



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

**DANIEL PEREIRA PINHEIRO**

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E PRODUÇÃO DE *Brachiaria brizantha* Stapf cv.  
MARANDU SUBMETIDA À CALAGEM E FOSFATAGEM EM PASTAGEM NO  
SUDESTE DO ESTADO DO PARÁ**

**BELÉM  
2010**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

**DANIEL PEREIRA PINHEIRO**

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E PRODUÇÃO DE *Brachiaria brizantha* Stapf cv.  
MARANDU SUBMETIDA À CALAGEM E FOSFATAGEM EM PASTAGEM NO  
SUDESTE DO ESTADO DO PARÁ**

**Dissertação apresentada à Universidade  
Federal Rural da Amazônia, como parte das  
exigências do curso de Mestrado em  
Agronomia para a obtenção do título de  
Mestre.**

**Orientador: Prof. Dr. Eduardo do Valle Lima**

**BELÉM  
2010**

Pinheiro, Daniel Pereira

Atributos químicos do solo e produção de *Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu submetida à calagem e fosfatagem em pastagem no sudeste do Estado do Pará./ Daniel Pereira Pinheiro - Belém, 2010.

114f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2010.

1. Fertilidade do solo - Amazônia 2. Adubo fosfatado 3. Corretivo da acidez do solo 4. Pastagem I. Título.

CDD – 631.409811





**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

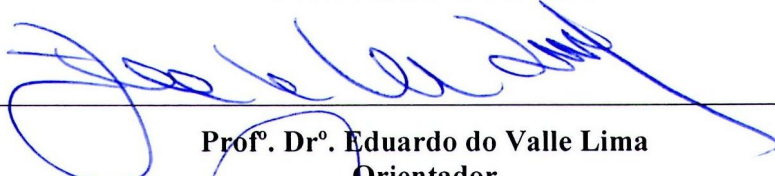
**DANIEL PEREIRA PINHEIRO**

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E PRODUÇÃO DE *Brachiaria brizantha* Stapf cv.  
MARANDU SUBMETIDA À CALAGEM E FOSFATAGEM EM PASTAGEM NO  
SUDESTE DO ESTADO DO PARÁ.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia para a obtenção do título de Mestre.

**Aprovado em abril de 2010**

**BANCA EXAMINADORA**



**Prof.º. Dr.º. Eduardo do Valle Lima  
Orientador  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA**



**Pesquisador, PhD. Moacyr Bernardino Dias Filho  
Embrapa Amazônia Oriental – EMBRAPA**



**Prof.ª. Dr.ª Ana Regina Araújo Martins  
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA**



**Prof.º. Dr.º. Marcos André Gama Piedade  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA**

**Aos meus pais;**

*Durval Pinheiro Filho*

&

*Maria José Pereira Pinheiro*

Que por dedicação e amor me educaram, ensinando o caminho da honestidade, respeito e  
humildade, dons sagrados de Deus;

**OFEREÇO**

Como toda a sabedoria vem do Senhor Deus e ela sempre esteve com Ele (Prov. 1, 1), e  
todas as coisas concorrem para o bem daqueles que o amam, pois seguem sua vida segundo  
os seus desígnios (Rom. 8, 28). Ao Senhor meu Deus;

**AGRADEÇO E DEDICO**

“Após ficarmos à beira do caminho, sentindo a aridez dos pedregulhos e sufocados por  
espinhos, possamos juntos ser as sementes que crescerá em terra fértil”.

## AGRADECIMENTOS

À **Universidade Federal Rural da Amazônia** pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico** pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador **Eduardo do Valle Lima**, pelo seu caráter e competência que aliado à sua nobre capacidade em ensinar, torna-o um grande mestre.

À **Prefeitura Municipal de Parauapebas**, pelo fomento desta pesquisa.

À Associação dos Produtores da Área de Proteção Ambiental do Igarapé-gelado, e ao produtor Sr<sup>o</sup> Xavier que concedeu a área dentro de sua propriedade para a realização desta pesquisa.

A todos os meus familiares, pelo carinho e atenção dado a mim, em especial as minhas tias Zenaide, Lorimar, Graça e Lúcia.

À minha namorada Thais Rose Costa da Penha, pelo seu afeto, companhia, amizade, respeito e o incondicional apoio na fase final desta importante etapa de minha vida.

Ao Grupo de Pesquisa em Integração Agricultura e Pecuária (GPIAP), em especial a Zootecnista Welliene Moreira, à Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Patrícia Leitão Lima minha orientadora durante o estágio de docência, à Dyulie Antunes, José Cláudio, Valéria Azevedo e Eliane Silva pela amizade, e a todos os integrantes do GPIAP que contribuíram nesta pesquisa.

Aos amigos Adalto Cruz Aragão e Rafael da Silva Guedes pela amizade e pelas horas de trabalho dedicadas as análises no laboratório.

À Patrícia Ribeiro Maia, Sannah Mohamad Birani, Elaine Maria da Silva Guedes e Mariana Nascimento Delgado pela amizade e o companheirismo que conquistamos no mestrado e levaremos para a vida toda.

Aos amigos, Hugo Leonardo, Paulo Pontes, Bruno Brabo, Maurício Silva, Jessivaldo Galvão, Alessandra Moraes, Joseane Castro, Josiane Cardoso, Hérica Santos, Elaine Rodrigues, Angela Lobato, Andrea Saldanha, Érika Freires, Josimar Vasconcelos, Kaliene Carvalho, Fabrícia Moraes, Walmir Carvalho, Augusto Pedroso e Gilson Mattos.

Aos técnicos do laboratório de solos e planta da UFRA: Samuel, Fábio, Júlio, Junior e Amauri. À Secretaria da pós-graduação em Agronomia Greyce Monteiro.

A Pesquisadora Sônia Maria Botelho, chefe do Laboratório de Análises de Solo e Planta da Embrapa Amazônia Oriental pela permissão do uso do laboratório na realização de parte das análises de planta.

Aos professores, Antonio Rodrigues Fernandes, Norberto Noronha, Waldeney Travassos, Mário Lopes, Cristian Faturi, Ilton Moraes, Ana Regina Araújo, Marcos Piedade e Moacyr Dias-Filho pelos ensinamentos em sala de aula e contribuições sugeridas na dissertação.

Agradeço a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

Daniel Pereira Pinheiro, filho de Maria José Pereira Pinheiro e Durval Pinheiro Filho, nasceu em Belém, Pará, em 09 de novembro de 1984.

Em abril de 2003 iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia.

Durante o curso de graduação foi bolsista de Iniciação Científica na Embrapa Amazônia Oriental, monitor da disciplina de Levantamento e Conservação do Solo na UFRA e Diretor – Presidente da Empresa de Consultoria Agrária e Ambiental Jr.

Em novembro de 2007, graduou-se em Agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia.

Em março de 2008, iniciou o curso de Pós-Graduação em nível de Mestrado em Agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, para obtenção do título de Mestre.

## RESUMO

Atualmente poucos trabalhos vêm sendo desenvolvidos na Amazônia visando estudar a manutenção produtiva das pastagens cultivadas, por meio do uso da adubação fosfatada de cobertura e pela calagem superficial. Deste modo, objetivou-se avaliar a interação da calagem superficial com a adubação fosfatada de cobertura, em pastagem renovada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, no Sudeste do Pará. O trabalho foi realizado em condição de campo, de novembro de 2007 a fevereiro de 2009, em propriedade rural, localizada na Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado. A área experimental, de 38 m x 36 m, fica localizada no estado do Pará distante 30 km de Parauapebas. A área experimental apresentava pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, recém implantada. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos tratamentos doses de 0, 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, divididas em duas subparcelas, uma permanecendo sem calagem e a outra recebendo a aplicação de calcário dolomítico (PRNT 75%), visando à elevação da saturação por bases para 60%, aplicado a lanço sobre a pastagem. Três meses após a calagem foi aplicado as diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nas unidades experimentais. A aplicação ocorreu de forma manual, em cobertura, com a deposição do adubo nas linhas de plantio o mais próximo possível da base de cada touceira. Realizaram-se três amostragens de fitometria e coletas de solo, onde se determinaram a altura do dossel da pastagem, número de perfilhos e produção de massa seca de folhas, colmos e total, relação folha/colmo e os teores de macronutrientes no tecido vegetal. Coletaram-se amostras de solo nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade, para verificar o efeito dos tratamentos sobre os atributos químicos do solo. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e aplicação do teste F e quando significativos aplicou-se ajuste de regressão para doses de fósforo. Para realizar as análises utilizou-se o programa estatístico SISVAR. Os teores de P, Ca, Mg, K, H+Al, Al e saturação por Al não limitaram o crescimento da pastagem. A interação calagem superficial com as doses de fósforo não promoveram melhorias na qualidade química do solo em profundidade, não alterando o teor de macronutrientes no tecido vegetal da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, conseqüentemente, não aumentando a produção de massa seca.

Palavras-chave: Fertilidade do solo – Amazônia, Adubo fosfatado, Corretivo da acidez do solo, Pastagem.

## ABSTRACT

Currently few studies have been conducted in the Amazon to study the maintenance of productive pastures through the use of phosphorus coverage and liming. Thus aimed to evaluate the interaction of liming with the phosphorus coverage in newly renovated pasture of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, Southeast of Pará. The work was conducted under field conditions, from november 2007 to february 2009, in rural property, located in the Area of Environmental Protection Igarapé Gelado - APA. The experimental area of 38 mx 36 m, is located in the state of Pará distant 30 km from Parauapebas. The experimental area *Brachiaria brizantha* cv. Marandu recently deployed. Whose backgrounds previously had the same pasture with forage grass, formed more than 15 years in primary forest, with evidence of degradation. The experimental design was a randomized block split plot with four replications. The plots were established by treatment of 0, 40 and 80 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in superphosphate. The plots were divided to form two plots, one remains without lime and the other receiving the application of lime, in order to increase the saturation to 60%. The lime used had PRNT 75%, and was broadcasted on the pasture, all aiming towards the soil surface of plots, with no further incorporation of any kind. After liming (about 3 months) was carried out a second relegation and then applied different doses of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the experimental units. The application was manually in coverage, with the deposition of manure in the rows closest to the base of each clump. There were three plant sampling and sampling of soil, which determined the height of the canopy of pasture, number of tillers and dry matter production of leaves, stems and total leaf: stem ratio and concentration of nutrients in plant tissue. Collected soil samples in the 0-5, 5-10, 10-20 and 20-40 cm depths to determine the effect of treatments on soil chemical properties. The results were submitted to analysis of variance and application of F-test and significant when applied to regression to adjust levels of phosphorus. The data thus obtained were evaluated statistically using the SISVAR statistical software. P, Ca, Mg, K, H+Al, Al and Al saturation did not limit pasture growth, the interaction of liming and phosphorus levels in coverage did not promote improvements in the chemical quality of soil depth, not changing the macronutrient composition in plant tissue of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, therefore, not increasing the production of dry matter.

Keywords: Soil Fertility – Amazon, phosphate fertilizer, acidity corrective, pasture.

## SUMÁRIO

|       |                                                               |    |
|-------|---------------------------------------------------------------|----|
| 1     | <b>INTRODUÇÃO</b>                                             | 15 |
| 2     | <b>REVISÃO DE LITERATURA</b>                                  |    |
| 2.1   | <i>Brachiaria brizantha</i> Stapf cv. MARANDU                 | 16 |
| 2.2   | <b>CALAGEM</b>                                                |    |
| 2.2.1 | <b>A acidez do solo</b>                                       | 18 |
| 2.2.2 | <b>Correção da acidez do solo</b>                             | 19 |
| 2.2.3 | <b>Respostas das pastagens à calagem</b>                      | 24 |
| 2.3   | <b>FÓSFORO NO SOLO E NA PLANTA</b>                            | 26 |
| 2.4   | <b>INTERAÇÃO CALAGEM X ADUBAÇÃO FOSFATADA</b>                 | 30 |
| 3     | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b>                                     |    |
| 3.1   | <b>LOCAL</b>                                                  | 33 |
| 3.2   | <b>CLIMA</b>                                                  | 35 |
| 3.3   | <b>SOLO</b>                                                   | 35 |
| 3.4   | <b>PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL E IMPLANTAÇÃO DA PASTAGEM</b> | 36 |
| 3.5   | <b>MANEJO DA ÁREA EXPERIMENTAL</b>                            | 37 |
| 3.6   | <b>DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS</b>                | 40 |
| 3.7   | <b>OBTENÇÃO DOS DADOS</b>                                     |    |
| 3.7.1 | <b>Fitometria</b>                                             | 41 |
| 3.7.2 | <b>Teores dos nutrientes na planta</b>                        | 42 |
| 3.7.3 | <b>Atributos químicos do solo</b>                             | 43 |
| 3.8   | <b>ANÁLISE ESTATÍSTICA</b>                                    | 43 |
| 4     | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>                                 |    |
| 4.1   | <b>FITOMETRIA</b>                                             | 45 |
| 4.2   | <b>TEORES DOS NUTRIENTES NA PLANTA</b>                        | 53 |
| 4.3   | <b>ALTERAÇÕES DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO</b>              |    |
| 4.3.1 | <b>pH em água</b>                                             | 58 |
| 4.3.2 | <b>Alumínio trocável</b>                                      | 61 |
| 4.3.3 | <b>Acidez potencial</b>                                       | 64 |
| 4.3.4 | <b>Fósforo disponível</b>                                     | 66 |
| 4.3.5 | <b>Matéria orgânica</b>                                       | 69 |
| 4.3.6 | <b>Potássio trocável</b>                                      | 71 |
| 4.3.7 | <b>Cálcio e magnésio trocável</b>                             | 73 |
| 4.3.8 | <b>Saturação por bases</b>                                    | 76 |
| 4.3.9 | <b>Saturação por alumínio (m%)</b>                            | 79 |
| 5     | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>                                   | 82 |
| 6     | <b>CONCLUSÃO</b>                                              | 83 |
|       | <b>REFERÊNCIAS</b>                                            | 84 |
|       | <b>APÊNDICE</b>                                               | 97 |

## LISTA DE FIGURAS

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                     | p. |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 -  | Localização da Floresta Nacional de Carajás e de outras Unidades de Conservação localizadas em torno da Província Mineral de Carajás no Estado do Pará e no Brasil.                                                                                                 | 33 |
| Figura 2 -  | Localização da Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado na Floresta Nacional de Carajás.                                                                                                                                                                        | 34 |
| Figura 3 -  | Perímetro e área do piquete onde foi realizado o experimento, na propriedade Sítio Xavier da APA do Gelado, Parauapebas (PA).                                                                                                                                       | 34 |
| Figura 4 -  | Precipitação pluvial, média mensal, durante o período experimental (novembro/2007 a janeiro/2009). Parauapebas (PA).                                                                                                                                                | 35 |
| Figura 5 -  | Pastagem com capim-marandu após aplicação de calcário superficialmente sobre a parte aérea rebrotada. Novembro/2007, Parauapebas (PA).                                                                                                                              | 38 |
| Figura 6 -  | Aplicação do fertilizante fosfatado próximo da base de touceira de capim-marandu.                                                                                                                                                                                   | 39 |
| Figura 7    | Seqüência esquemática das datas que ocorreram as atividades de simulação de pastejo, calagem e fosfatagem no pasto de capim-marandu.                                                                                                                                | 40 |
| Figura 8 -  | Produção de massa seca de folhas, colmos e total no primeiro (a), segundo (b) e terceiro (c) corte de avaliação da pastagem com capim-marandu submetidas a doses de fósforo. * e ** significativo a $P<0,01$ e $P<0,05$ e ns – não significativo pelo teste F a 5%. | 48 |
| Figura 9 -  | Número de perfilhos $m^{-2}$ de capim-marandu em função de doses de fósforo (a) e aplicação de calcário (b) em três épocas de cortes. ns – não significativo e * significativo ( $P<0,05$ ) pelo teste F.                                                           | 50 |
| Figura 10 - | Altura do dossel de pastagem com capim-marandu em função de doses de fósforo (a) e aplicação de calcário (b) em três épocas de cortes. ns – não significativo pelo teste F a 5%.                                                                                    | 51 |
| Figura 11 - | Relação folha:colmo de pastagem com capim-marandu em função de doses de fósforo (a) e aplicação de calcário (b) em três épocas de cortes. ns – não significativo pelo teste F a 5%.                                                                                 | 52 |
| Figura 12 - | Correlação de Ca/Mg em função dos teores de magnésio na parte aérea de pastagem com capim-marandu, submetida à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura em três épocas de corte. * - significativo a $P<0,05$ .                                          | 57 |
| Figura 13   | Teor de alumínio trocável solo em função do pH em água da solução do solo após aplicação de calcário em três épocas de amostragem em pastagem com capim-marandu. * e ** significativo a $P<0,01$ $P<0,05$ .                                                         | 61 |
| Figura 14   | Teor de alumínio trocável solo em função do pH em água da solução do solo após aplicação de calcário em três épocas de amostragem em pastagem com capim-marandu. * significativo a $P<0,01$ . Médias de 96 observações.                                             | 62 |
| Figura 15   | Teores de fósforo disponível na profundidade de 0-5 cm do solo em função da calagem superficial e doses de fósforo, aproximadamente três meses após calagem superficial e um mês após aplicação de                                                                  | 66 |



doses de fósforo em cobertura. Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas (fator calagem) e minúsculas (fator doses de fósforo), diferem significativamente pelo teste Tukey a 5%.

Figura 16 Saturação por bases do solo em função do pH em água após aplicação de calcário em três épocas de amostragem em pastagem com capim-marandu. \*  $P < 0,01$ . Total de 96 observações. 77

Figura 17 Saturação por alumínio trocável solo em função do pH em água da solução do solo após aplicação de calcário em três épocas de amostragem em pastagem com capim-merandu. \*  $P < 0,01$ . Total de 96 observações. 81

## LISTA DE TABELAS

|             |                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Tabela 1 -  | Atributos químicos do solo antes da implantação da pastagem. Parauapebas (PA), 2006.                                                                                                                                                             | <b>P.</b><br>36 |
| Tabela 2 -  | Atributos químicos do solo em amostras estratificadas da área experimental antes da aplicação de calcário superficialmente e das doses de fósforo em cobertura na pastagem com capim-marandu. Parauapebas (PA), novembro/2007.                   | 36              |
| Tabela 3 -  | Esquema da análise de variância do experimento em delineamento de blocos casualizados em arranjo de parcelas subdivididas                                                                                                                        | 44              |
| Tabela 4 -  | Produção de massa seca de folha (MSF), colmos (MSC) e total (MST) de pastagem com capim-marandu em função da calagem superficial, doses de fósforo em cobertura e interação calagem superficial x doses de fósforo, em três épocas de avaliação. | 46              |
| Tabela 5 -  | Número de perfilhos de pastagem com capim-marandu em função em função da calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo, em três épocas de avaliação.                               | 49              |
| Tabela 6 -  | Altura do dossel de pastagem com capim-marandu em função da calagem superficial, doses de fósforo em cobertura e interação calagem superficial x doses de fósforo, em três épocas de avaliação.                                                  | 51              |
| Tabela 7 -  | Teores de nitrogênio no tecido vegetal da parte aérea de pastagem com capim-marandu em três períodos de amostragem em função da calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.     | 53              |
| Tabela 8 -  | Teores de fósforo no tecido vegetal da parte aérea de pastagem com capim-marandu em três períodos de amostragem em função da calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.        | 54              |
| Tabela 9 -  | Teores de potássio no tecido vegetal da parte aérea de pastagem com capim-marandu em três períodos de amostragem em função da calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.       | 55              |
| Tabela 10 - | Teores de cálcio no tecido vegetal da parte aérea de pastagem com capim-marandu em três períodos de amostragem em função da calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.         | 56              |
| Tabela 11 - | Teores de magnésio no tecido vegetal da parte aérea de pastagem com capim-marandu em três períodos de amostragem em função da calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.       | 57              |
| Tabela 12 - | Valores de pH em água em quatro profundidades do solo submetido a calagem superficial e doses de fósforo em cobertura pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.          | 60              |
| Tabela 13 - | Teores de $Al^{+3}$ trocável em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem                                                 | 63              |

com capim-marandu em três épocas de amostragem.

|             |                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 14 - | Teores de H+Al em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura em pastagem e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.        | 65 |
| Tabela 15 - | Teores de fósforo disponível em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.      | 68 |
| Tabela 16 - | Teores de matéria orgânica em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.        | 70 |
| Tabela 17 - | Teores de potássio trocável em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.       | 72 |
| Tabela 18 - | Teores de cálcio trocável em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.         | 74 |
| Tabela 19 - | Teores de magnésio trocável em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.       | 75 |
| Tabela 20 - | Valores de saturação por bases em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.    | 78 |
| Tabela 21 - | Valores de saturação por alumínio em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem. | 80 |

## 1 INTRODUÇÃO

As áreas cobertas com pastagens nativas e cultivadas no país ultrapassam 170 milhões de hectares (IBGE, 2006), sendo que somente uma pequena parte tem recebido algum tipo de fertilização. Além disso, a formação das pastagens quase sempre é feita, em áreas marginais, onde os solos apresentam elevada acidez e baixa fertilidade natural, sendo que hoje, aproximadamente, 50 milhões de hectares encontram-se degradados ou em algum estágio de degradação (LUZ et al., 2004). Assim, a adubação se constitui em prática fundamental para a implantação, estabelecimento, recuperação e manutenção das pastagens, objetivando a longevidade produtiva dos pastos e, conseqüentemente, o avanço da pecuária, tendo em vista que o Brasil é um dos maiores produtores de leite e carne a pasto no mundo.

Para manter uma boa produtividade das pastagens ao longo do tempo é necessário disponibilizar ao solo os nutrientes que sejam considerados limitantes. O fósforo é considerado o elemento mais limitante ao crescimento das forrageiras nos solos tropicais, afetando o desenvolvimento radicular, o perfilhamento, a qualidade da forragem e o seu potencial de produção. Devendo-se ressaltar que os fertilizantes fosfatados sofrem várias reações com os componentes dos solos, sendo que os produtos formados são usualmente muito menos acessíveis às plantas do que o fosfato contido nos fertilizantes, ou seja, o solo “compete” com a planta no tocante ao fosfato aplicado. Em condições de elevada acidez dos solos a disponibilidade de fósforo para as gramíneas forrageiras é diminuída, como por exemplo, nas pastagens na Amazônia. Neste contexto, a prática da calagem pode contribuir para aumentar a disponibilidade de fósforo natural do solo e a eficiência técnica e econômica da aplicação de fertilizantes químicos fosfatados. Devendo-se elucidar esta interação, principalmente pelo fato do calcário e do adubo fosfatado serem aplicados na superfície do solo, em pastos já formados, mudando, provavelmente, a dinâmica de reação, quando comparada a práticas convencionais como a calagem incorporada no preparo de uma nova área de pastagem e fertilização fosfatada aplicada de forma localizada no suco de plantio no estabelecimento desse pasto. Todavia, efeitos favoráveis da calagem na produção de forragem apresentam controvérsias técnicas, que justificam novos estudos por meio da experimentação científica, ainda mais na Amazônia, onde a calagem do solo sob pastagem é prática bem menos comum do que no Brasil Central.

No Sudeste do estado do Pará, notadamente no município de Parauapebas, as pastagens cultivadas, na sua maioria possuem mais de 15 anos de formação, apresentando um elevado

grau de degradação, devido, principalmente, ao uso excessivo do fogo e taxas de lotação muito acima da capacidade de suporte, sem nunca ter havido sequer uma única adubação, pelo menos para repor os nutrientes exportados na forma de carne e leite.

Desta forma, este estudo objetivou testar a hipótese de que a utilização de corretivos da acidez interagindo com a adubação fosfatada como um dos componentes de renovação e principalmente manutenção das pastagens recém renovadas, produzirá uma maior quantidade e qualidade de biomassa vegetal por unidade de área, ao longo de vários anos, o que efetivamente aliado a outros fatores proporcionará aumento da produção animal. Assim sendo, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da calagem superficial e da adubação fosfatada em cobertura sobre os atributos químicos do solo, produção de forragem e teor de macronutrientes na parte aérea de pastagem renovada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, no sudeste do estado do Pará.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *Brachiaria brizantha* Stapf CV. MARANDU

Atualmente, as pastagens nativas e implantadas no Brasil ocupam área de 172.333.073 hectares (IBGE, 2006), sendo os capins do gênero *Brachiaria* os mais cultivados, desempenhando um papel primordial na produção de carne e leite no Brasil. Sendo assim, por viabilizarem a pecuária em solos ácidos e de baixa fertilidade, criou-se novos pólos de desenvolvimento graças a uma indústria de produção de sementes, colocando o Brasil como o maior produtor, consumidor e exportador mundial de sementes forrageiras tropicais (ARAÚJO; DEMINICIS; CAMPOS, 2008). Nos últimos 15 anos, principalmente na região Norte, as pastagens têm sido formadas predominantemente com a *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf, onde suas sementes ocupam mais de 90% das sementes de gramíneas forrageiras comercializadas desde 1994 (TEIXEIRA; SIMÃO NETO; TEIXEIRA NETO, 2000; COSTA et al., 2000).

O grande interesse dos pecuaristas pelas espécies de *Brachiaria* se prende ao fato de estas serem plantas de alta produção com boa adaptabilidade, facilidade de estabelecimento, persistência, além de apresentar poucos problemas de pragas e doenças e bom crescimento durante a maior parte do ano (COSTA et al., 2005).

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, também conhecida como capim-marandu foi introduzida, avaliada e recomendada para formação de pastagens na Amazônia na década de 80, em substituição às pastagens formadas pelas espécies *Brachiaria humidicola* e *Brachiaria decumbens*, espécies suscetíveis ao ataque severo de cigarrinha-das-pastagens (CARNEIRO; WENDLING; VALENTIM, 1998).

O capim-marandu foi desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) possui ampla adaptação climática, não tolera solos encharcados, apresenta boa tolerância ao sombreamento, ao fogo, ao frio e grande produtora de sementes viáveis. O capim-Marandu chamou a atenção dos técnicos pelas suas características específicas como: plantas sempre robustas, hábito de crescimento cespitoso, altura de 1,5 a 2,5 metros, colmos iniciais de crescimento prostrado, mas com emissão de perfilhos predominantemente eretos. Seus rizomas são muito curtos e encurvados. Os colmos floríferos são eretos, com perfilhamento nos nós superiores, levando à proliferação de inflorescências que atingem até 40 centímetros de comprimento, geralmente com 4 a 6 racemos. Suas lâminas foliares são largas e longas, glabras na face superior, com pubescência na face inferior, e bordos não cortantes. As bainhas são pilosas, enquanto os entrenós apresentam pêlos na porção apical (NUNES et al., 1985). Sua capacidade de adaptação às mais variadas condições de ambiente (GHISI; PEDREIRA, 1987), especialmente em sistemas de produção com reduzido emprego de insumos, é a responsável por sua expansão e expressividade (ANDRADE, 1994). Segundo Santos Filho (1996), é uma das plantas forrageiras mais utilizadas em todo o país, perfazendo mais de 20% de todas as pastagens cultivadas (MACEDO, 1995).

No seu lançamento foi divulgada a sua boa tolerância ao ataque de cigarrinhas-das-pastagens, notadamente da espécie *Deois incompleta* (OLIVEIRA et al, 2000).

O capim-marandu adapta-se bem em condições de até 3.000 metros de altitude, precipitação anual ao redor de 700 mm e cerca de cinco meses de período seco (SOARES FILHO, 1994). A temperatura ideal para seu desenvolvimento está entre 30 a 35°C, sendo a mínima de 15°C, embora apresente tolerância a geadas (SKERMAN; RIVEIROS, 1992). Por essas características apresenta boa adaptabilidade as condições climáticas da região Amazônica.

O cultivo é recomendado em solos profundos e em relevos ondulados a fortemente ondulados, indicada para áreas de média e boa fertilidade, embora tolere a acidez do solo. Apresenta elevada produção de massa verde e responde bem a adubações, com produção de matéria seca de 36 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (GHISI; PEDREIRA, 1987).

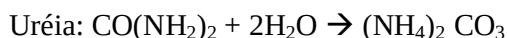
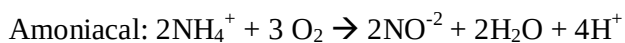
## 2.2 CALAGEM

### 2.2.1 A acidez do solo

A acidez de um solo é definida pela presença de  $H^+$  livres na solução do solo, gerados por componentes ácidos presentes no solo (produtos da intemperização do material de origem, ácidos orgânicos, fertilizantes nitrogenados, etc.) (SOUZA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007). Uma fonte importante da acidez dos solos é a reação do dióxido de carbono, produzido como resultado da decomposição da matéria orgânica com a água do solo, formando íons hidrogênio, como segue a equação abaixo:



Outra importante fonte de acidez dos solos são os fertilizantes, sobretudo os amoniacais e a uréia que acidificam o meio durante a transformação que ocorre no solo, resultando em  $H^+$  (MALAVOLTA, 1985), como segue o esquema abaixo:



(o  $NH_4^+$  formado reage no solo como explicado acima).

A acidez do solo pode ser dividida em acidez ativa e acidez potencial, e esta, por sua vez, em acidez trocável e acidez não trocável. Denomina-se acidez ativa a parte do hidrogênio que está dissociada na solução do solo, na forma de  $H^+$  e é expressa em valores de pH. A acidez trocável refere-se aos íons  $H^+$  e  $Al^{+3}$  que estão retidos na superfície dos colóides por forças eletrostáticas. A acidez não trocável é representada pelo hidrogênio de ligação covalente, associado aos colóides com carga negativa variável e aos compostos de alumínio, como a gibsit. A acidez potencial corresponde à soma da acidez trocável e da acidez não trocável do solo (ALCARDE, 2005).

O alumínio trocável é um importante componente da acidez trocável dos solos tropicais, exercendo efeitos tóxicos sobre o crescimento dos vegetais, notadamente sobre o sistema radicular, reduzindo a absorção e translocação de fósforo, cálcio e magnésio na planta, além de aumentar a capacidade de sorção de fósforo no solo (CAIRES; FONSECA, 2000).

Os solos das regiões tropical e subtropical geralmente apresentam baixos valores de pH, Ca e Mg trocáveis, teores relativamente elevados de Al e Mn trocáveis e baixa porcentagem de saturação por bases, além dos mesmos apresentarem tendência maior à acidificação (VIEIRA, 1988).

Na região Amazônica os solos são geralmente pobres em nutrientes, em decorrência do material originário e do alto grau de intemperismo que apresentam, sendo as principais limitações de fertilidade à acidez elevada, associada à redução de fósforo disponível, baixa CTC e deficiências de N, K, Ca e Mg, e aumento dos teores de elementos tóxicos (VIEIRA, 1988). Nesta condição, pela maioria dos solos apresentarem baixa fertilidade natural, também caracterizada por elevada acidez e alto teores de alumínio trocável, pode, normalmente limitar a produtividade e a persistência das pastagens cultivadas, implicando num fraco desempenho zootécnico da pecuária de carne e, ou leite (COSTA et al., 2005).

Em ambiente de sucessão floresta-pastagem, que sofreu derrubada e queima, a produtividade inicial de uma pastagem é normalmente alta, em decorrência da imediata melhoria nas características do solo, como o aumento do pH e disponibilidade de nutrientes, além de redução da toxicidade de Al. No entanto, gradualmente, como em qualquer agrossistema, tende a ocorrer um declínio de produtividade, inicialmente de maneira lenta (durante os primeiros 2 ou 3 anos). Pois no decorrer do tempo e não havendo a reposição de nutrientes ao sistema, esses nutrientes remanescentes das cinzas, são perdidos por lixiviação e/ou exportados pelo consumo de pastagem pelos animais, criando um ambiente favorável ao desenvolvimento de espécies pioneiras adaptadas às condições de baixa fertilidade do solo, ocorrendo uma mudança na composição florística, havendo a predominância de plantas daninhas adaptadas ao local, em detrimento a espécie exótica, criando o fenômeno chamado de degradação agrícola das pastagens (DIAS-FILHO, 2003).

### **2.2.2 Correção da acidez do solo**

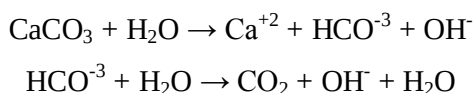
A acidez do solo é comumente corrigida por meio da aplicação de materiais corretivos da acidez do solo. Os materiais considerados corretivos da acidez dos solos são aqueles que contêm como "constituintes neutralizantes" ou "princípios ativos", tais como, carbonatos, óxidos, hidróxidos ou silicatos de cálcio e ou de magnésio, isto é, compostos de cálcio e ou de magnésio de caráter alcalino e disponíveis economicamente em diversos materiais (ALCARDE, 1983). Destacam-se assim a cal virgem agrícola, cal hidratada agrícola, escória



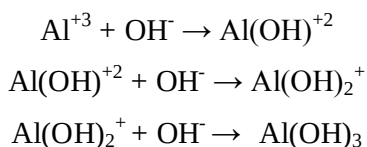
de siderurgia, carbonato de cálcio e o calcário como o mais utilizado na agricultura devido a sua natureza química e fácil disponibilidade no mercado de corretivos (ALCARDE, 2005). O calcário é um produto obtido pela moagem da rocha calcária. Seus constituintes são o carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e o carbonato de magnésio ( $\text{MgCO}_3$ ). Em função do teor de  $\text{MgCO}_3$ , os calcários são classificados em: calcítico, com baixos teores de  $\text{MgCO}_3$  (menos de 10%); magnesiano, com teores medianos de  $\text{MgCO}_3$  (10 a 25%); e dolomítico, com teores relativamente altos de  $\text{MgCO}_3$  (mais de 25%). Em função da natureza geológica, os calcários são também classificados em sedimentares e metamórficos (ALCARDE, 2003).

Segundo Souza, Miranda e Oliveira (2007) dentre as finalidades da prática da calagem, a correção da acidez do solo pela neutralização do  $\text{H}^+$ , o ânion  $\text{CO}_3^{-2}$  é o principal responsável pela hidrólise da água e formação do íon  $\text{OH}^-$ , que irá neutralizar a acidez ativa ( $\text{H}^+$ ) do solo, sendo a entrada de água no sistema o fator preponderante para o início da reação.

A reação química é apresentada do seguinte modo:



A neutralização da toxidez de  $\text{Al}^{+3}$  por reações de precipitação, na forma de oxihidróxidos, é realizada através das reações:



A eficiência do corretivo na neutralização da acidez do solo no momento da implantação de uma cultura depende do teor de substâncias capazes de liberar  $\text{OH}^-$  ou  $\text{HCO}^{-3}$  (produtos da dissolução do calcário), do tamanho das partículas, do grau de moagem do corretivo, da estrutura cristalina e do material e teor de Mg, além da profundidade de incorporação.

Resumidamente a correção da acidez, ou princípio da calagem, baseia-se na troca iônica, capacidade que o solo possui, quando em presença de um sal (corretivo), de reagir e trocar cátions.

Defelipo (1990) cita que, apesar de muitos materiais terem a capacidade de permutar seus cátions com o solo, para ser considerado corretivo, o material deve possuir certos requisitos:

Efetuar reação: o  $H^+$  pode estar retido no solo com uma força tal, que não permite que este seja trocado com o sal. Ou seja, o corretivo deve apresentar poder de efetuar a troca;

Produto da reação: uma vez efetuada a troca o corretivo recebendo o  $H^+$  deve formar um composto que não seja tóxico ou danoso às culturas. Resultando em um produto inerte ou solúvel que possa ser lixiviado com a água;

Elemento essencial: o corretivo fornece à micela do solo um cátion e este deve ser um elemento essencial às plantas. Dessa forma, além de corrigir a acidez estará fertilizando o solo.

A calagem promove a diminuição da acidez dos solos, por meio da insolubilização de elementos tóxicos, principalmente alumínio e manganês, aumentando os teores de cálcio e magnésio e o favorecendo as propriedades físicas do solo, pela ação flocculante do cálcio (ALBUQUERQUE et al., 2003).

A aplicação de calagem em sistemas de cultivos convencionais é caracterizada pela incorporação do corretivo, por meio do revolvimento da área favorecendo um maior contato das partículas do corretivo com o solo. Porém à calagem em solos que não podem ser mobilizados ao longo do tempo, como é o caso de pastagens, deve-se utilizar a aplicação do calcário superficialmente, como hoje é praticado no sistema de plantio direto.

Nesta prática a mobilização do solo é mínima no sistema de plantio direto, e a área permanece coberta pelos restos da cultura anterior ou por vegetação cultivada não sendo possível a incorporação do corretivo da acidez ou outros insumos, os materiais corretivos devem ser aplicados superficialmente quando necessários. Entretanto apesar da baixa solubilidade dos corretivos, tem-se observado a formação de uma frente alcalinizante, que avança lentamente neutralizando a acidez na subsuperfície do solo (RHEINHEIMER et al., 2000a).

Diversos mecanismos podem estar envolvidos na correção da acidez de subsolos, em sistema plantio direto pela calagem na superfície. A formação e a migração de  $Ca(HCO_3)_2$  e  $Mg(HCO_3)_2$  para camadas mais profundas de solo constituem uma possível explicação (OLIVEIRA; PAVAN, 1996), tendo em vista que, no sistema plantio direto, a acidez superficial é diminuída por diferentes mecanismos, dentre os quais os resíduos orgânicos desempenham importante papel (SIDIRAS; PAVAN, 1985). Além disso, também é possível

que ocorra deslocamento mecânico de partículas de calcário através de canais formados por raízes mortas, mantidos intactos em razão da ausência de preparo do solo (PAVAN, 1994).

A movimentação de Ca + Mg trocáveis do solo e a redução do Al trocável no subsolo também podem estar relacionadas com o mecanismo de lixiviação proposto por Miyazawa et al. (1996), que por meio da formação de complexos orgânicos hidrossolúveis dos restos vegetais presentes na superfície do solo, formando ligantes orgânicos que complexam o Ca trocável do solo, produzindo complexos  $\text{CaL}^0$  ou  $\text{CaL}^-$ . A alteração da carga de  $\text{Ca}^{+2}$  facilita a sua mobilidade no solo. Na camada subsuperficial, o cálcio dos complexos Ca-orgânicos são deslocados pelo Al trocável do solo, porque os íons  $\text{Al}^{+3}$  formam complexos mais estáveis do que  $\text{Ca}^{+2}$ , diminuindo a acidez trocável e aumentando o Ca-trocável. Reações semelhantes também ocorrem para magnésio.

A recomendação de calagem em pastagens é muito variável, pois depende da planta forrageira, bem como da região em que esta se encontra (VITTI; LUZ, 1997). Na maioria dos estados do Brasil o critério de calagem utilizado é baseado no método de saturação por bases, proposto por Van Raij (1981), que considera uma correlação positiva existente pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e a porcentagem de saturação por bases do solo. No método de saturação por bases são considerados atributos relacionados ao solo na profundidade de 0-20 cm, exigência das plantas forrageiras, e características de reatividade do corretivo a ser empregado, onde a necessidade de calcário a ser aplicado é realizada por meio da seguinte expressão:

$$NC = \frac{(V_2 - V_1) \cdot T}{PRNT}$$

Onde:

**NC** = necessidade de calagem ( $\text{t ha}^{-1}$ ) para a profundidade de 0-20 cm;

**V<sub>1</sub>** = saturação por bases atual do solo na camada de 0-20 cm (%);

**V<sub>2</sub>** = saturação por bases desejada para uma determinada pastagem (%);

**T** = capacidade de troca catiônica ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ );

**PRNT** = poder relativo de neutralização total do calcário (%).

Os valores de  $V_1$  e  $\text{CTC}_{\text{pH}7}$  são fornecidos por meio de análise química da amostra de solo, o PRNT depende do calcário e o valor de  $V_2$  a ser utilizado é dependente da planta forrageira a ser cultivada.

Como o método de saturação por bases foi desenvolvido para ser utilizado no sistema de cultivo convencional, não se tem um método de cálculo específico para a quantidade de calcário a ser aplicada em cobertura para manutenção de pastagem, assim utiliza-se o mesmo método de necessidade de calcário, para ambos, sistema convencional e plantio direto. Isso, porém pode ocasionar problemas na camada superficial, devido a mudanças drásticas na camada superficial pelo excesso da calagem, além de não atingir maiores profundidades (CAIRES et al., 2000).

Atualmente, com o objetivo de aumentar os teores de  $\text{Ca}^{+2}$  e neutralizar a acidez trocável da subsuperfície do solo, está sendo utilizado o gesso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), produto condicionador de solo, que apresenta alta mobilidade no perfil, capaz de disponibilizar os íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  em solução e de ser lixiviado, enriquecendo de nutrientes as camadas subsuperficiais e reduzindo a saturação por  $\text{Al}^{3+}$  em profundidade (ALCARDE; RODELLA, 2003).

Outro método comumente utilizado em várias regiões do Brasil é da neutralização do alumínio trocável proposto por Alvarez et al. (1999). Onde a acidez do solo é corrigida tomando-se por base o fato de que o alumínio é um dos principais componentes da acidez, associado a esse aspecto a suscetibilidade ou tolerância da espécie forrageira, na qual consegue se desenvolver sem limitar a produção. Neste método é considerado o fator tampão do solo, através do teor de argila no solo, assumindo que quanto maior o seu valor maior será a resistência em alterar as condições de acidez. A correção da acidez é dada pela seguinte equação abaixo:

$$\text{CA} = Y [\text{Al}^{+3} - (\text{mt} \cdot \text{T}/100)]$$

Onde:

**Y** = poder tampão do solo, variando de 0 a 1 para solos arenosos, 1 a 2 textura média, 2 a 3 para textura argilosa e 3 a 4 para solo muito argiloso;

**$\text{Al}^{+3}$**  – teor de alumínio trocável;

**$\text{m}_t$**  = máxima saturação por alumínio tolerada pela cultura;

**T** = CTC efetiva.

Nas regiões brasileiras abrangidas pela Comissão de Fertilidade do solo dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, o método SMP é o mais utilizado. Este método é feito correlacionando o  $\text{pH}_{\text{SMP}}$  de uma série de solos com a necessidade de elevar o pH, em geral, a 6,0 ou 6,5, sendo esta necessidade de calagem determinada por incubação com  $\text{CaCO}_3$ . De posse do valor de  $\text{pH}_{\text{SMP}}$  do solo é definido o pH que se deseja alcançar utilizando uma tabela,

determinando-se assim a necessidade de calagem (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC, 2000).

O método mais clássico de necessidade de calagem trata-se da curva de incubação, onde amostras de solo são homogeneizadas com diferentes quantidades de calcário ou  $\text{CaCO}_3$  p.a, acondicionadas em sacos plásticos, com umidade de 80% da capacidade de campo, fechados e colocados para incubar por 45 a 90 dias. Após estabilização do pH, as amostras são secas ao ar, determinando-se as características da acidez do solo e quantidade de calcário suficiente para elevar ao pH desejado (SOUZA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007).

### 2.2.3 Respostas das pastagens à calagem

A prática corretiva da calagem para pastagens apresenta controvérsias técnicas, ainda não elucidadas quanto aos métodos de recomendação e às respostas ou não em produtividade, uma vez que nem sempre é positiva (LUZ et al., 2004).

A calagem na Amazônia precedendo a adubação fosfatada não tem apresentado aumentos de produção de forragem, em solos de sucessão floresta-pastagem, que sofreu queimada, durante o processo de abertura (EMBRAPA, 1980; GONÇALVES et al., 1984; VEIGA; FALESI, 1986; GÓES, 2000; DIAS-FILHO, 2005).

Isto se deve aos níveis relativamente satisfatórios de cátions básicos e dos baixos teores de alumínio normalmente encontrados nestes solos, principalmente naqueles de textura mais argilosas. Essas características são principalmente decorrentes do efeito residual no solo das cinzas e do calor do fogo, causados pela queima da vegetação original (DIAS-FILHO, 2007).

Segundo Veiga; Falesi (1986) os nutrientes incorporados pela queima da vegetação original elevam significativamente a fertilidade do solo e possibilitam uma boa produtividade das pastagens estabelecidas em área de floresta, sendo o uso da calagem em algumas pastagens uma prática desnecessária, desde que os níveis de Ca e Mg no solo estejam adequados. Entretanto, dependendo do manejo do solo praticado, a produtividade se mantém satisfatória durante 5 a 7 anos.

Em Rondônia, Gonçalves et al. (1984) testaram níveis crescentes de calcário dolomítico (0 a 18.000 kg ha<sup>-1</sup>) no crescimento de pastagem de quicuí em três municípios diferentes em áreas de pastagem após queima da floresta. Em Porto Velho (Latosolo amarelo) a produção de forragem não foi incrementada além do nível de 600 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto em Presidente

Médici (Argissolo vermelho amarelo) este ponto foi alcançado aos 400 kg ha<sup>-1</sup>. No entanto, em Vilhena (Latosolo vermelho amarelo) não foi obtida resposta à calagem.

Em um experimento segundo Embrapa (1980) o efeito da calagem na produção de forragem de capim marandu em uma área de pastagem implantada após corte e queima da floresta, foi praticamente nulo com a aplicação de 1.000 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico e 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Assim, a partir destes resultados, a aplicação de calcário como corretivo do solo em pastagem degradada a partir de área de floresta é uma prática desnecessária, e que as respostas observadas em alguns casos, a níveis de calcário dolomítico, podem ser explicadas pelo atendimento as exigências das plantas ao Ca e Mg.

Góes (2000), estudando o efeito da aplicação de 1 t ha<sup>-1</sup> de calcário um Argissolo amarelo, verificou que aplicação de calcário não influenciou nas quantidades dos nutrientes encontrados em sua constituição protéica e na produção de massa seca de parte aérea.

Corroborando que as gramíneas tropicais não respondem ou respondem muito pouco a calagem. E que o crescimento tem sido mais limitado pela deficiência de fósforo, do que pela toxicidade de alumínio.

Contudo, mesmo em sistemas que incluem espécies tolerantes à acidez do solo, deve-se levar em conta o benefício da correção dessa acidez na economia de P e, conseqüentemente, na redução do custo da adubação (SOUSA et al., 2004).

Oliveira et al. (2000) não observaram efeito significativo na produção de massa verde, massa seca e altura de plantas de capim-marandu cultivado em vasos com um Latossolo vermelho-escuro, textura argilosa submetidos às doses de 0, 1 e 2 t ha<sup>-1</sup> de calcário, com o teor de matéria orgânica variando de 16 a 30 g kg<sup>-1</sup>. Essa ausência de resposta a aplicação do calcário está relacionada à liberação de nutrientes pela mineralização da matéria orgânica e a absorção pelas plantas, mantendo assim, boa produção de massa verde, seca e altura de plantas.

Paulino et al. (1994) estudando o efeito da calagem em capim-marandu cultivado em vasos com Latossolo amarelo de textura argilosa, observou acréscimos nos valores de pH, Ca, Mg e P, e redução do Al no solo com as doses crescentes de calcário, observando que em função dos níveis de calcário empregados houve um aumento de até 119% na produção de massa seca da forrageira com a dose de 2,0 t ha<sup>-1</sup>. Assim a resposta à calagem pode estar parcialmente relacionada a uma diminuição na concentração de Al na solução do solo e aumento nos teores de Ca+Mg na planta.

A calagem é uma alternativa para aumentar os níveis de cálcio no solo, contribuindo com o aumento da concentração desse nutriente no tecido vegetal (OLIVEIRA et al., 2009), neste sentido estes autores estudando o efeito de diferentes fontes de cálcio na produção de massa seca de capim-marandu em condições de casa de vegetação utilizando um Latossolo vermelho de textura argilosa verificaram que a aplicação de calcário aumentou a produção de massa seca de raízes de 0,90 para 22,73 gramas por vaso.

Volpe et al. (2008) estudando diferentes métodos de recuperação de pastagem degradada em um Neossolo quartzarênico verificaram um incremento significativo de 91% na produção de massa seca total de três cortes somente com aplicação de  $1,5 \text{ t ha}^{-1}$ . Com a calagem a produção de massa seca de parte aérea aumentou de  $2.895 \text{ kg ha}^{-1}$  para  $5.547 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Em estudo realizado em Rondônia a calagem e a adubação fosfatada afetaram positivamente e significativamente aumentando os rendimentos de massa seca de *Brachiaria humidicola*, com a aplicação de doses de 0,6 e  $0,9 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário (COSTA et al, 1989).

Tofoli (2006), estudando a aplicação de doses crescentes de calcário dolomítico em um Latossolo amarelo distrófico na Amazônia, cultivado com capim-marandu, observou incremento na produção de massa seca total da forrageira, com as doses de 2,71, 4,04 e  $5,27 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário, onde as maiores produções observadas de massa seca total, foram obtidas ao nível de 60% de saturação por bases do solo.

Premazzi & Mattos (2002) com o objetivo de determinar em casa de vegetação, a saturação por bases para produção máxima de massa seca de capim-marandu verificaram que as máximas produções de massa seca foram obtidas no intervalo de 43% a 47%.

### 2.3 FÓSFORO NO SOLO E NA PLANTA

De modo geral, os solos tropicais brasileiros apresentam, na grande maioria, elevada acidez, alta saturação em Fe e Al trocáveis, associados à baixa concentração de nutrientes, principalmente fósforo disponível (FERNANDES et al., 2003). Dentre os nutrientes que mais limitam a produção das forrageiras, o P merece destaque, em virtude da pobreza dos solos neste nutriente e do importante papel que desempenha nas plantas (ROSSI et al., 1997). O P, além de sua importância na avaliação do valor nutritivo da forragem é um importante nutriente para a nutrição das gramíneas forrageiras (RIZZO et al., 2006), pois desempenha papel fundamental no desenvolvimento do sistema radicular e no perfilhamento,

sendo que sua deficiência passa a limitar a capacidade de produção de forragem das pastagens (CECATO et al., 2004).

O fósforo no solo ocorre de duas formas: orgânica e a inorgânica. O conteúdo de fósforo orgânico aumenta geralmente com o conteúdo de matéria orgânica e com a diminuição do pH.

A maioria do fósforo inorgânico ocorre na fração argila do solo, e na forma de precipitados com o cálcio, ferro e alumínio, sendo estas formas não assimiláveis pelas plantas (VAN RAIJ, 1991). Segundo Novais & Smith (1999), o baixo aproveitamento pelas plantas do fósforo solúvel aplicado no solo está relacionado a um rápido decréscimo na sua solubilidade devido ao fenômeno da fixação, estando então, os teores de fósforo disponíveis no solo muito longe dos níveis considerados adequados para as culturas anuais.

Em solos ácidos, como os da Amazônia, os dois principais mecanismos envolvidos no processo de insolubilização do fósforo são a precipitação e a adsorção. A natureza dos dois mecanismos, provavelmente, não difere tanto quanto se considera a resposta pelas plantas. Embora um dos dois mecanismos predomine em determinada condição, ambos podem ocorrer ao mesmo tempo. As reações de adsorção ocorrem em dois estágios. O primeiro associado à alta energia de adsorção e baixa saturação das superfícies de adsorção e é considerado rápido. O segundo estágio é lento, quando comparado ao primeiro, e ocorre como resultado do aumento das cargas positivas na superfície da hematita e goetita, aumento da energia de interação e decréscimo da energia de adsorção (NOVAIS; SMITH, 1999).

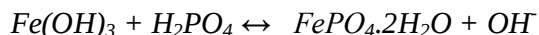
A precipitação ocorre principalmente entre os íons fosfato, o alumínio e o ferro trocáveis (TUCCI, 1991). Desta maneira, o fósforo proveniente de fertilizantes solúveis passa rapidamente as formas férricas e alumínicas insolúveis que não são aproveitadas pelas plantas quando cultivadas em condições de clima tropical.

Na região amazônica somente uma proporção relativamente baixa dos solos é reconhecida como tendo a capacidade de fixar grandes quantidades de fósforo para formas insolúveis. Por essa razão, em certos locais da Amazônia, a calagem do solo de pastagens é prática menos comum e necessária do que no ecossistema Cerrado, no que se refere à diminuição da fixação de fósforo pela ação da calagem (LHENMANN et al., 2001).

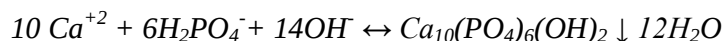
A disponibilidade do fósforo depende da faixa atual do pH, a disponibilidade aumenta e depois diminui, devido a redução da acidez e aumento de  $\text{OH}^-$  na solução do solo (SOUZA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007). A formação de compostos de fósforo em função da faixa do pH é demonstrada abaixo:



- em solos ácidos



- em solos alcalinos



Assim, com a diminuição do pH ocorre a precipitação do fósforo formando compostos férricos, e a elevação do pH próximo ou acima da neutralidade ocorre a redução da disponibilidade de fósforo para as plantas, devido a sua precipitação na forma insolúvel de fosfatos de cálcio.

O elemento fósforo é considerado um componente vital no processo de conversão de energia solar em alimento, fibra e óleo pelas plantas. Desempenhando função chave na fotossíntese, no metabolismo de açúcares, no armazenamento e transferência de energia, na divisão celular, no alongamento das células e na transferência de informação genética (MALAVOLTA, 1989). As plantas absorvem a maior parte do fósforo como o ânion monovalente – ortofosfato biácido –  $H_2PO_4^-$ , e em menor proporção, como o ânion bivalente – ortofosfato monoácido -  $HPO_4^{2-}$ .

O pH do solo influi, em grande parte, na proporção em que estas duas formas de fósforo estão disponíveis para absorção pela planta. As plantas podem utilizar outras formas de fósforo, mas em menores quantidades do que o ortofosfato (DECHEN; NACHTIGALL, 2007). O fósforo é rapidamente translocado dentro das plantas e pode mover-se dos tecidos mais velhos para os mais novos sob condições de reduzida disponibilidade no solo (MALAVOLTA, 1980).

O fósforo é considerado um nutriente que tem a absorção prejudicada devido a sua pequena mobilidade no solo em direção as raízes. Por isso, a absorção de fósforo depende de um amplo sistema radicular e aumenta na razão direta do volume de solo ocupado com as raízes. A translocação a partir das raízes para a parte aérea é prejudicada pelo alumínio devido à formação de compostos insolúveis entre esses dois elementos no sistema radicular (MALAVOLTA, 1980).

Deste modo é um importante nutriente para a nutrição das gramíneas forrageiras (VELOSO et al., 2005), pois desempenha papel fundamental no desenvolvimento do sistema radicular e no perfilhamento, proporcionando uma maior produtividade de massa seca de parte aérea (SANTOS et al, 2002), sendo que sua deficiência passa a limitar a capacidade de

produção e o valor nutritivo da forragem (LOBATO et al., 1994; CECATO et al 2004; RIZZO et al., 2006).

Monteiro et al. (1995) avaliando capim-marandu cultivado em solução nutritiva com omissão de fósforo verificaram que este elemento limitou o desenvolvimento das plantas, e conseqüentemente a produção de matéria seca de parte aérea e raízes, número de perfilhos e altura de plantas, além de apresentar plantas raquíticas e sem perfilhos laterais. A concentração de fósforo encontrada na matéria seca da parte aérea e nas raízes no tratamento completo foi 2,4 g kg<sup>-1</sup> e 1,7 g kg<sup>-1</sup>. No tratamento com omissão de fósforo os valores encontrados foram 0,4 g kg<sup>-1</sup> e 0,5 g kg<sup>-1</sup> na parte aérea e raízes, respectivamente.

Entretanto do que é normalmente relatado para pastagens na Amazônia formadas em áreas de floresta, no tropico úmido, pesquisa no estado do Acre, não encontrou aumento na produção de forragem de *Brachiaria brizantha* cv Marandu, em resposta a adubação fosfatada (ANDRADE; VALENTIM, 2004). Embora o teor de fósforo disponível do solo fosse baixo, os solos naquela região são de baixa permeabilidade, possibilitando supor que a má drenagem limitando a disponibilidade de oxigênio no solo, cria um ambiente redutor. Essa condição poderia aumentar a taxa de liberação de fósforo inorgânico no solo, a partir de formas originalmente indisponíveis para as plantas, explicando, assim a baixa resposta daquelas pastagens à adubação fosfatada (DIAS-FILHO, 2007).

Costa, Paulino, e Rodrigues (2003) avaliando os efeitos da adubação fosfatada sobre a produção de forragem e composição química de capim-marandu cultivado em um Latossolo amarelo, com teor de fósforo disponível no solo de 3,0 mg kg<sup>-1</sup> verificaram que os rendimentos de matéria seca da parte aérea e as quantidades absorvidas de fósforo foram significativamente incrementados pela adubação fosfatada, onde a dose de máxima eficiência técnica foi estimada em 221,7 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e o nível crítico interno de fósforo, relacionado com 80% do rendimento máximo de MS, de 1,71 mg kg<sup>-1</sup>.

Maciel et al. (2007) avaliando o efeito de aplicação de diferentes fontes de fósforo, no momento de implantação de capim-marandu em um Neossolo quartzarênico em Latossolo vermelho distroférrico, obtiveram efeito significativo na produção de massa seca de parte aérea. Porém, a maior produção de massa seca de parte aérea foi obtida no Neossolo, em razão deste solo apresentar baixa capacidade de adsorver fosfatos, em virtude do seu baixo conteúdo de Fe e Al em sua composição mineralógica. Assim houve maior facilidade de absorção deste nutriente pela planta.

A eficiência da adubação fosfata é influenciada por vários fatores, dentre os quais, o tipo de solo e fonte utilizada. A demanda de P nas adubações depende da textura do solo, uma vez que o tamponamento, diretamente relacionado ao teor de argila, vai modular a fração de P que permanecerá disponível à planta. Assim, comparativamente com os solos arenosos, os solos argilosos requerem quantidades mais elevadas de fosfato para atender à demanda de uma dada cultura (NOVAIS; SMITH, 1999; SOUZA et al, 2004).

## 2.4 INTERAÇÃO CALAGEM X ADUBAÇÃO FOSFATADA

É sabido, que em solos ácidos apenas a adubação fosfatada ou apenas a calagem não é suficiente para obtenção de altos rendimentos pelas culturas, sendo assim, necessário o uso conjunto da adubação fosfatada e calagem (RODRIGUES et al., 2004a).

Entretanto tem se observado em pastagens na Amazônia que a aplicação de fósforo conjuntamente com a calagem não promoveu aumentos nas produções de pastagens implantadas em áreas oriundas de floresta (DIAS-FILHO, 2007). Apesar de não ocorrer efeito positivo, é importante ressaltar que o efeito da calagem aumenta a disponibilidade de nutrientes, potencializa a ação do fósforo, diminuindo o problema de indisponibilidade de elementos para as plantas, além de ser um insumo de menor custo.

A aplicação do fósforo associada à calagem pode aumentar ou diminuir a disponibilidade de fósforo e o crescimento das plantas, o que dependerá das características do solo, das quantidades de calcário aplicadas, fontes de fósforo utilizadas como fertilizante e da tolerância das plantas às condições de acidez do solo (CARRIEL et al., 1995).

De acordo com Cecato et al., (2004), um dos maiores problemas no estabelecimento e na manutenção de pastagens nos solos brasileiros reside nos níveis extremamente baixos de P disponível e total, bem como na alta capacidade de adsorção desse elemento. O P apresenta pequena mobilidade no solo em direção às raízes, sendo, por isso, que a absorção de P depende de um amplo sistema radicular e ela aumenta na razão direta do volume de solo ocupado com as raízes (ERNANI et al., 2000). Neste sentido, a correção da acidez do solo é uma prática que contribui para aumentar a disponibilidade do P do solo e a eficiência de uso do P dos fertilizantes fosfatados solúveis, aumentando a disponibilidade de fósforo, e a taxa de chegada de P às superfícies das raízes (ERNANI et al., 2000).

Rossi et al. (1997) estudando o efeito da interação entre calagem e fontes de P, sobre a produção da *Brachiaria brizantha*, verificaram que este respondeu tanto às aplicações de P

quanto às de calcário, indicando que, para a obtenção de produtividade adequada da forrageira, ambas devem ser consideradas.

Assim, aumentos expressivos na disponibilidade de P podem ser proporcionados pela interação de doses de P com a calagem (FERNANDES et al, 2003).

Oliveira et al. (2004) conduziram dois experimentos, em dois anos, avaliando o efeito residual de fontes de P na presença ou ausência de calagem na recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Quando se suprimiu a fertilização fosfatada para verificar o efeito residual das fontes de fósforo houve resposta significativa da calagem em termos de produção de forragem. Já na presença de adubação fosfatada, apesar do aumento de produção em decorrência da calagem, a diferença não foi significativa. Portanto, no solo há uma relação de substituição positiva entre adubação fosfatada e aplicação de calcário, na qual o aumento de um insumo proporciona melhor eficiência de utilização do outro pelas plantas (ERNANI et al., 2000).

Os solos sob pastagem no Brasil apresentam teores de P muito baixos (CECATO et al., 2004). Pois a adsorção específica do P é maior em solos ácidos. Desta forma, a calagem é normalmente recomendada para diminuir a acidez do solo das pastagens e aumentar a eficiência da adubação fosfatada, sendo que na região amazônica, somente uma proporção relativamente baixa dos solos é reconhecida como tendo a capacidade de fixar grandes quantidades de P para formas insolúveis (DIAS-FILHO, 2005).

Mesmo o fato da resposta favorável da calagem na produção de forragem, de forma isolada, estar apresentado resultado controversos (Luz et al., 2004), a correção do solo deve apresentar alguns efeitos benéficos sobre as plantas, além da elevação de pH, aumentando as cargas negativas do solo e diminuindo a solubilidade do Fe e do Al, o que pode possibilitar o aumento da concentração de P na solução do solo (ERNANI et al., 2000).

Desta forma, quando se analisa o sistema de produção como um todo, em função da calagem, notam-se reflexos benéficos na nutrição mineral da planta forrageira, bem como no valor nutritivo, além de potencializar a resposta da aplicação dos fertilizantes (LUZ et al., 2004).

No trópico úmido, em pastagens estabelecidas em área originalmente sob floresta, que sofreu corte e queima, a disponibilidade inicial de P na camada superficial do solo é relativamente alta, devido à deposição das cinzas e a decomposição de resíduos da vegetação (DIAS-FILHO, 2005). Entretanto, ao contrário de outros nutrientes, que geralmente são mantidos em níveis mais ou menos estáveis, a disponibilidade de P, na camada superficial do

solo, freqüentemente diminui de maneira drástica com o tempo (DIAS-FILHO, 2005) devido ao fenômeno da adsorção específica.

Assim é necessário conciliar a calagem com aplicação de P, prontamente solúvel para garantir a manutenção, a qualidade da forragem e a capacidade produtiva das pastagens (RIZZO et al., 2006).



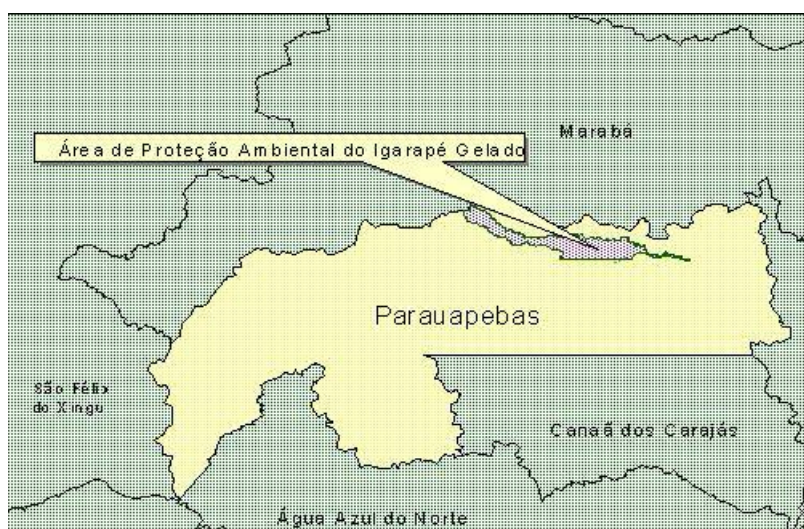


Figura 2 - Localização da Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado na Floresta Nacional de Carajás.  
Fonte: IBAMA/ICMbio

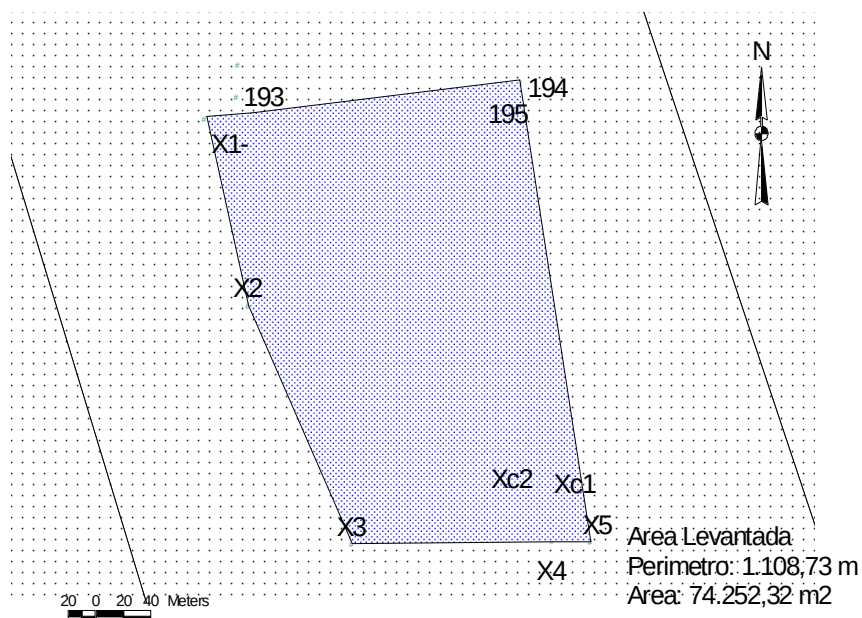


Figura 3 - Perímetro e área do piquete onde foi realizado o experimento, na propriedade Sítio Xavier da APA do Gelado, Parauapebas (PA).

### 3.2 CLIMA

O clima da região é o Ami segundo a classificação de Köppen. Com médias anuais de precipitação pluviométrica de 1.700 a 2.000 mm ano<sup>-1</sup>, concentrando-se entre os meses de novembro a abril (70%) (CAMPO, 1999). As temperaturas médias anuais são elevadas, em geral maiores que 23°C, e a umidade relativa média nos meses mais secos de 70%. Na Figura 4 está apresentada a distribuição da precipitação pluvial mensal, ao longo do período de realização do experimento.

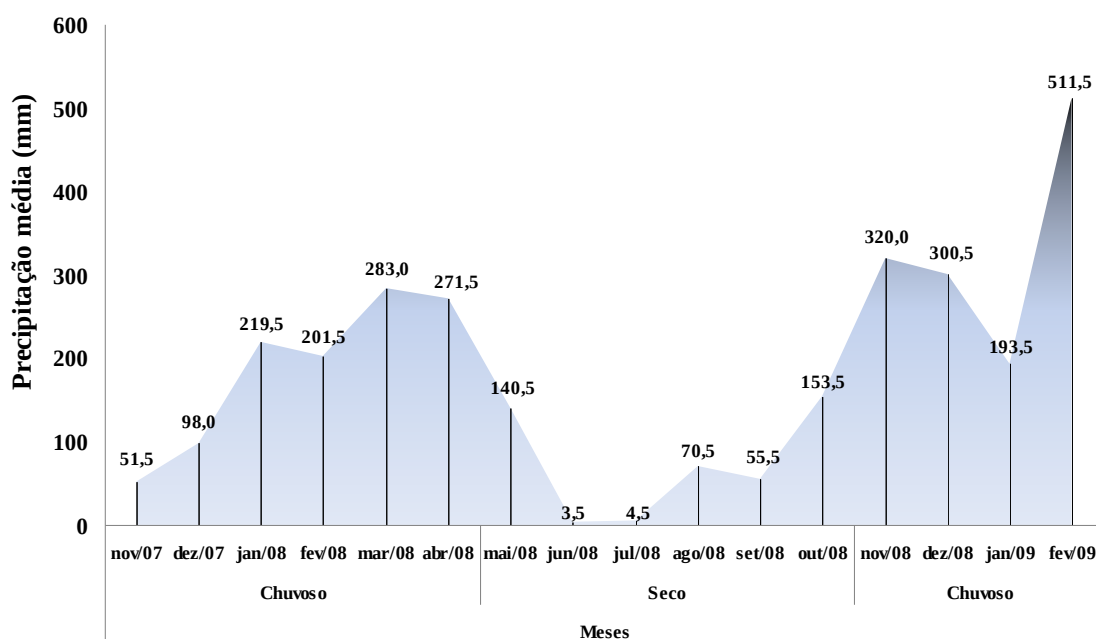


Figura 4 - Precipitação pluvial, média mensal, durante o período experimental (novembro/2007 a janeiro/2009). Parauapebas (PA).

Fonte: Estação pluviométrica N4E da mina de ferro de Carajás –VALE.

### 3.3 SOLO

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo amarelo (APÊNDICE 14), cujos atributos gerais segundo Embrapa (2006), são solos constituídos de material mineral, com presença de horizonte B textural devido ao incremento no teor de argila do horizonte A para o horizonte B, fortemente a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, fortemente ácidos, com saturação por bases alta ou baixa e predominantemente



cauliníticos. Os atributos químicos do solo na profundidade de 0-20 cm antes da implantação da pastagem pelo sistema de integração lavoura e pecuária estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 - Atributos químicos do solo antes da implantação da pastagem. Parauapebas (PA), 2006.

| Prof | M.O. <sup>(1)</sup> | pH     | P <sup>(2)</sup>       | K     | Ca <sup>+2</sup>                      | Mg <sup>+2</sup> | Al <sup>+3</sup> | H+Al  | SB <sup>(3)</sup> | V <sup>(4)</sup> | m <sup>(5)</sup> |
|------|---------------------|--------|------------------------|-------|---------------------------------------|------------------|------------------|-------|-------------------|------------------|------------------|
| cm   | g kg <sup>-1</sup>  | (água) | (mg dm <sup>-3</sup> ) | ----- | (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) |                  |                  | ----- | ----- ( % ) ----- |                  |                  |
| 0-20 | 19,7                | 5,7    | 4,69                   | 1,0   | 18,3                                  | 3,2              | 1,8              | 44,0  | 22,5              | 33,83            | 7,40             |

<sup>1</sup> M.O - Matéria orgânica (método Walkley-Black); <sup>2</sup> P (método Mehlich-1); <sup>3</sup> SB (soma de bases); <sup>4</sup> V (saturação por bases); <sup>5</sup> m (saturação por alumínio).

Na Tabela 2 estão apresentados os atributos químicos do solo após a implantação da pastagem e antes da aplicação dos tratamentos empregados no experimento desta dissertação.

TABELA 2 - Atributos químicos do solo em amostras estratificadas da área experimental antes da aplicação de calcário superficialmente e das doses de fósforo em cobertura na pastagem com capim-marandu. Parauapebas (PA), novembro/2007.

| Prof                | M.O. <sup>(1)</sup> | pH     | P <sup>(2)</sup>       | K     | Ca <sup>+2</sup>                      | Mg <sup>+2</sup> | Al <sup>+3</sup> | H+Al  | SB <sup>(3)</sup> | V <sup>(4)</sup> | M <sup>(5)</sup> |
|---------------------|---------------------|--------|------------------------|-------|---------------------------------------|------------------|------------------|-------|-------------------|------------------|------------------|
| cm                  | g kg <sup>-1</sup>  | (água) | (mg dm <sup>-3</sup> ) | ----- | (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) |                  |                  | ----- | ----- ( % ) ----- |                  |                  |
| 0-20 <sup>(*)</sup> | 20,0                | 5,2    | 11,70                  | 1,30  | 19,50                                 | 6,80             | 2,20             | 28,0  | 27,6              | 49,6             | 7,38             |
| 0-5                 | 27,33               | 5,33   | 11,12                  | 2,17  | 21,58                                 | 9,75             | 3,00             | 59,78 | 33,50             | 35,26            | 9,01             |
| 5-10                | 27,48               | 5,32   | 9,30                   | 2,00  | 20,78                                 | 8,34             | 3,08             | 53,38 | 31,13             | 36,33            | 9,73             |
| 10-20               | 16,87               | 5,27   | 4,34                   | 1,50  | 14,69                                 | 7,52             | 4,02             | 43,02 | 23,71             | 35,34            | 15,98            |
| 20-40               | 13,71               | 5,09   | 2,20                   | 1,49  | 10,69                                 | 5,28             | 5,37             | 39,09 | 17,48             | 29,96            | 25,99            |

\* Profundidade de coleta utilizada como critério para adubação e calagem. <sup>1</sup> M.O - Matéria orgânica (método Walkley-Black); <sup>2</sup> P (método Mehlich-1); <sup>3</sup> SB (soma de bases); <sup>4</sup> V (saturação por bases); <sup>5</sup> m (saturação por alumínio).

### 3.4 PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL E IMPLANTAÇÃO DA PASTAGEM

Na área experimental, em 2006 havia pastagem com capim-marandu, formada a mais de 15 anos após corte e queima da floresta primária, com evidências nítidas de processo de degradação agrícola, em função do grande número de cupinzeiros de montículo, intenso ataque de cigarrinhas-das-pastagens e alta infestação de plantas daninhas.

Neste mesmo ano de 2006 decidiu-se pelo processo de renovação desta pastagem que constou de preparo do solo, utilizando-se inicialmente, trator de esteira D6R-XL, com lâmina

enleiradora, retirando-se da área plantas daninhas lenhosas de maior porte e resíduo de material lenhoso (resto de toras e tocos), oriundos ainda da floresta primária. Posteriormente, efetuaram-se duas gradagens com trator de pneus, sem realização de calagem, para efetuação da semeadura das sementes de capim-marandu, ainda no período chuvoso (dezembro de 2006).

Esta seqüência, trator de esteira com lâmina seguida de trator de pneu com grade, vem sendo considerada a forma mais simples de recuperação de pastagem na Amazônia (DIAS-FILHO, 2007). Após o preparo do solo a pastagem foi implantada utilizando o sistema de integração lavoura e pecuária por meio de um experimento de segregação de sementes, onde misturava-se as sementes de capim-marandu com o fertilizante granulado NPK 10-28-20, semeando-se com uma “matraca”, servindo a mesmo como via de transporte para as sementes e posteriormente de adubação de plantio para as plântulas emergidas (TAVARES et al., 2007).

Para a proporção das sementes de capim-marandu com o NPK, foi efetuado o cálculo de adubação visando à dose máxima recomendada de  $P_2O_5$  para esta forrageira equivalente a 80 kg ha<sup>-1</sup>, segundo Van Raij et al. (1997), considerando a taxa de semeadura ideal igual à quantidade de 5 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis, efetuando-se a mistura segundo Lima et al. (2007) e a imediata semeadura.

### 3.5 MANEJO DA ÁREA EXPERIMENTAL

#### 3.5.1 1º Simulação de pastejo

Após a renovação do pasto efetuou-se a primeira “simulação de pastejo” em 18/03/2007, por meio da utilização de uma “roçadeira manual” obedecendo à altura de corte de 25 cm, “simulando-se o pastejo animal” quanto à quantidade de material vegetal, pois em virtude deste pastejo, são descartados importantes fatores, como seletividade no consumo animal, pisoteio e deposição de excrementos dos animais, sendo que após alguns dias o material secado a campo foi retirado, para que não houvesse reposição da maioria dos nutrientes acumulados no tecido vegetal ao solo, pela decomposição do material orgânico.

### 3.5.2 2º Simulação de pastejo

Após 65 dias do primeiro corte, já no início do período seco, na rebrota foi realizado a segunda “simulação de pastejo” em 28/05/2007, retirando-se posteriormente o material secado da área experimental. Neste período a pastagem recém cortada recebeu uma adubação de cobertura com fertilizante nitrogenado utilizando como fonte de N a Uréia, esperando-se passar a fase mais crítica do período seco.

### 3.5.3 3º simulação de pastejo e aplicação de calcário

Na pastagem recém implantada da área experimental, após o balizamento e piqueteamento das parcelas e carregadores, em 28/11/2007 foi efetuado a terceira “simulação de pastejo” da parte aérea rebrotada da mesma forma anteriormente já descrita, onde foi realizada a aplicação do calcário nas subparcelas previamente sorteadas e indicada em croqui específico (Apêndice 1). A calagem foi efetuada a lanço, visando atingir toda a superfície do solo das subparcelas, não havendo posteriormente qualquer tipo de incorporação (Figura 5).



Figura 5 - Pastagem com capim-marandu após aplicação de calcário superficialmente sobre a parte aérea rebrotada. Parauapebas (PA), novembro/2007.

#### 3.5.4 4º Simulação de pastejo e aplicação das doses de $P_2O_5$

Decorridos 70 dias após a calagem, foi realizado a quarta “simulação de pastejo” (10/01/2008) e posteriormente aplicado as diferentes doses de  $P_2O_5$  nas unidades experimentais em 06/02/2008. A aplicação ocorreu de forma manual, em cobertura, com a deposição do adubo nas linhas de plantio o mais próximo possível da base de cada touceira (Figura 6).



Figura 6 - Aplicação do fertilizante superfosfato triplo próximo da base de touceira de capim-marandu.

É importante destacar que a aplicação dos tratamentos deste trabalho inicia-se a partir da aplicação de calcário e das doses de fósforo, no período compreendido da “3ª e 4ª simulação de pastejo”.

#### 3.5.5 5ª a 10ª Simulação de pastejo

No dia 05/03/2008 foi realizada a “quinta simulação de pastejo” quando já havia decorrido aproximadamente 3 meses após calagem superficial e 1 mês após a adubação fosfatada.

No dia 18/05/2008 foi realizado a 6ª “simulação de pastejo” 74 dias após 5º corte, em seguida o material vegetal foi cortado e removido da área experimental.

No dia 07/09/2008 foi realizada a 7º “simulação de pastejo” efetuada na pastagem (aproximadamente 9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem).

Nas primeiras quinzenas de outubro e novembro de 2008, realizou-se a oitava e nona “simulação de pastejo” na pastagem com a retirada de todo o material vegetal das parcelas experimentais.

Após o 9º corte decidiu-se não mais realizar a “simulação de pastejo”, com a roçadeira manual, adotando-se então o rebaixamento da pastagem por meio do pastoreio por bovinos adultos, até o 10º corte, que foi realizado na primeira semana de dezembro de 2008.

Após o pastoreio os animais foram retirados e área permaneceu em descanso por aproximadamente 30 dias, até a realização da última avaliação dos materiais vegetais rebrotados realizadas no dia 17/01/2009, correspondendo ao 11º corte da pastagem, aproximadamente 14 meses após calagem superficial e 12 meses após a adubação fosfatada. Na figura 7 está apresenta a seqüência das atividades realizadas no manejo da pastagem.

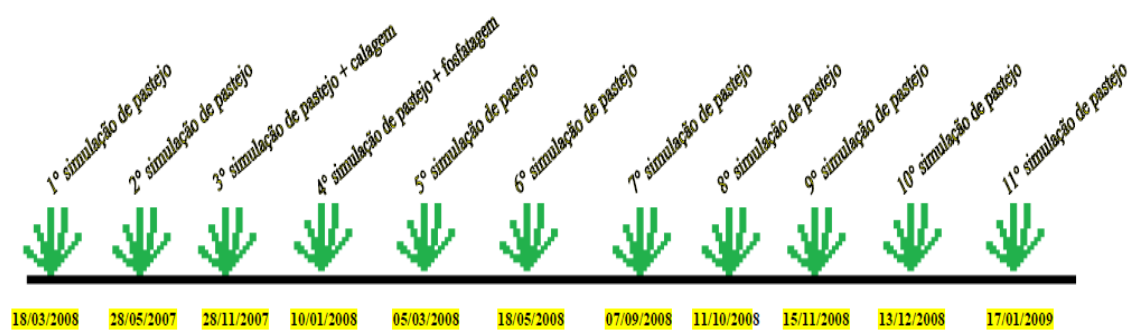


Figura 7. Seqüência esquemática das datas que ocorreram as atividades de simulação de pastejo, calagem e fosfatagem no pasto com capim-marandu.

### 3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas com quatro repetições, onde o esquema do delineamento experimental está ilustrado no Apêndice 1. As parcelas possuíam as dimensões de 5 m de largura e 8 m de comprimento, e foram constituídas pelo tratamento doses de fósforo em cobertura (parcelas) e calagem superficial (subparcelas).

As parcelas foram divididas ao meio por carregadores de 50 cm, no sentido do comprimento, formando sempre duas subparcelas: A - uma permanecendo sem calagem e a outra; B - recebendo a aplicação de calcário superficial na quantidade de  $845 \text{ kg ha}^{-1}$ , visando à elevação da saturação por bases (V%) para 60 (VAN RAIJ et al., 1997). O calcário dolomítico utilizado apresentava baixo Poder Relativo de Neutralização Total – PRNT (75%). Para o cálculo da Necessidade de Calagem – NC foi utilizada a fórmula igual a  $(V2-V1) \times T / (\text{PRNT})$ , onde V2 é a V% desejada de 60 e V1 é a V% original do solo obtida a partir da análise de solo na profundidade de 0-20 cm após a implantação da pastagem (Tabela 2).

As parcelas foram constituídas de: 1- O teor original do solo de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; 2- dose de  $40 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$  (50% menor do que a dose recomendada) e 3 - dose calculada de  $\text{P}_2\text{O}_5$  em função da análise de solo (VAN RAIJ et al., 1997) equivalente a  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , utilizando-se o superfosfato triplo como fonte de fósforo.

Ressalta-se que entre as parcelas existiram carregadores de 2 m, no sentido do comprimento e largura.

### 3.7 OBTENÇÃO DOS DADOS

#### 3.7.1 Fitometria

Os parâmetros avaliados foram, a altura do dossel, número de perfilhos, produção de massa seca de folhas, colmo, total e relação folha/colmo.

As avaliações fitométricas do material rebrotado foram realizadas em três épocas. O primeiro corte de avaliação foi realizado no dia 05/03/2008 correspondendo a 5° “simulação de pastejo”. Quando já havia decorrido aproximadamente 3 meses após calagem superficial e 1 mês após da adubação fosfatada. Este tempo deve-se ao fato que segundo a legislação brasileira o tempo de reatividade de calcário deve ser de 3 meses após a aplicação no solo, e 1 mês é um prazo adequado para que ocorra a solubilização do fertilizante disponibilizando o elemento para a planta. É importante lembrar que o conteúdo de umidade adequado no solo é necessário para que ocorram as reações de solubilização do calcário e do adubo fosfatado.

No dia 31/08/2008 foi realizado o segundo corte de avaliação de materiais vegetais rebrotados, que corresponde a 7° “simulação de pastejo” (aproximadamente 9 meses após calagem superficial e 7 meses após adubação fosfatada). Esta amostragem, assim como a

terceira corte de avaliação, teve por objetivo verificar se o efeito residual do calcário e do fertilizante fosfatado, ainda influenciava as características fitométricas da pastagem.

A terceira coleta de avaliação dos materiais vegetais rebrotados foi realizada no dia 17/01/2009, corresponde ao 11º corte da pastagem, aproximadamente 14 meses após calagem superficial e 12 meses da adubação fosfatada.

Nas avaliações determinou-se a altura do dossel, empregando-se o método de medições pontuais da altura de plantas, escolhendo-se, aleatoriamente, três pontos em cada parcela, onde a altura de plantas foi medida com auxílio de uma régua e uma transparência de acetato comum como superfície integradora para reduzir a variabilidade espacial da vegetação (PEDREIRA, 2002).

As avaliações realizadas nos materiais rebrotados foram obtidas a partir da colheita manual das plantas de capim-marandu, amostradas em três repetições com um quadrado de área interna de  $0,0625 \text{ m}^2$ , na área útil de cada unidade experimental. O material coletado foi pesado no campo com auxílio de uma balança eletrônica conectada a uma bateria, por meio de um inversor de energia, e imediatamente determinada a massa verde de parte aérea. Em seguida os materiais vegetais eram acondicionados em sacos plásticos identificados e armazenados em uma caixa de isopor com gelo. Esse material foi levado ao laboratório interdisciplinar da UFRA-Carajás não considerando o material morto e plantas daninhas, sendo assim, determinado dessas plantas o número de perfilhos, produção de matéria verde de colmo e folhas. Em seguida o material verde era secado em estufa de circulação fechada a  $65^\circ\text{C}$  por 24 h para determinação de amostras “parcialmente secas”, sendo esta a denominação utilizada na área zootécnica para o tipo de material vegetal seco em estufa em temperatura de  $55^\circ$  a  $65^\circ \text{ C}$  (SILVA; QUEIROZ, 2002). Em seguida os materiais foram pesados, obtendo-se a massa seca de folhas, massa seca de colmos e massa seca total (folhas+colmos). E Por meio da relação de massa seca de folhas/massa seca de colmos obteve-se a relação folha/colmo, tendo por objetivo determinar a relação existente entre a quantidade de folhas e colmos na pastagem.

### **3.7.2 Teores dos nutrientes na planta**

Após determinada a massa seca de colmos e folhas, os materiais secos em estufa, foram moídos em moinho tipo Wiley, homogeneizados e acondicionados em sacos de papel sendo determinado no Laboratório de Análise de Tecido Vegetal da UFRA os teores de N pelo

método semi-micro Kjeldahl e P, K, Ca e Mg por digestão nítrico-perclórica, determinando-se no extrato resultante os teores de P por colorimetria, K, Ca e Mg por espectrofotometria, conforme Malavolta et al. (1997).

### 3.7.3 Atributos químicos do solo

Além da análise realizada anteriormente a aplicação dos tratamentos empregados no presente experimento, também foram efetuadas três amostragens estratificadas no perfil do solo após cada um dos três cortes efetuados para análise. A 1ª coleta: aproximadamente 3 meses após calagem superficial e 1 mês após adubação fosfatada em cobertura (16/03/2008); 2ª coleta: aproximadamente 9 meses após calagem e 7 meses após adubação fosfatada (24/08/2008) e 3ª coleta: aproximadamente 14 meses após calagem e 12 meses após adubação fosfatada (07/02/2009).

As amostras foram coletadas nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 cm. Em todas as épocas e camadas amostradas, utilizando um trado tipo sonda, retirou-se cinco amostras simples por camada de solo, realizando-se as amostragens diagonalmente na área útil de cada subparcela. As amostras compostas foram secas ao ar e realizadas as análises determinando o pH em água, Al, H+Al, M.O, P (Mehlich-1), K, Ca, Mg, conforme descrito em Embrapa (1997), obtendo-se os valores de saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%).

## 3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis estudadas para a análise de fitometria foram: produção de massa seca de folhas, colmos e total, relação folha:colmo, altura do dossel da pastagem e número de perfilhos (m<sup>2</sup>) nas três épocas de coleta de avaliação.

Para os atributos químicos do solo, considerou-se variáveis as médias dos valores de pH, Al, H+Al, M.O., P, K, Ca, Mg, V% e m% comparados nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm do solo.

Os resultados obtidos foram submetidos às análises de variância seguindo o esquema de parcelas subdivididas, aplicando-se o teste F a 5%, seguindo o esquema apresentado na Tabela 3.



TABELA 3 - Esquema da análise de variância do experimento em delineamento de blocos casualizados em arranjo de parcelas subdivididas

| <b>Fatores de Variação</b>              | <b>G.L</b> |
|-----------------------------------------|------------|
| Blocos                                  | 3          |
| Doses de Fósforo em cobertura (Parcela) | 2          |
| Erro = Blocos x Doses de Fósforo        | 6          |
| Calagem superficial (Sub-parcela)       | 1          |
| Doses de Fósforo x Calagem              | 2          |

Quando detectada a significância para o fator doses de fósforo foi aplicado o teste de regressão. E quando observada a interação significativa de fósforo x calagem realizou-se o desdobramento das médias dos fatores estudados. Para realização das análises estatísticas utilizou-se o programa computacional Sisvar 5.1 ® (FERREIRA, 2009).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. FITOMETRIA

Não houve efeito significativo da interação calagem superficial x doses de fósforo na produção de massa seca de folhas, colmos e total nas três épocas de amostragem realizadas (Tabela 4). Sendo assim, os resultados obtidos serão discutidos de forma isolada apenas para os fatores calagem superficial e doses de fósforo.

A aplicação de calcário sobre a superfície do solo não promoveu incrementos na produção de massa seca de folhas, colmos e total nos três cortes de avaliação da pastagem com capim-marandu. As médias de produção, nos tratamento sem e com, calcário estão apresentadas na Tabela 4.

A produção de massa seca de folhas foi maior no primeiro e no terceiro corte de avaliação da pastagem em comparação a massa seca de colmos. Apenas no segundo corte a produção de massa seca de folhas foi menor em comparação à produção de massa seca de colmos. Esta redução na produção de massa seca de folhas no segundo corte está associada ao fato da coleta de forragem ter sido realizada na fase do período seco, onde são observadas as menores médias de precipitação pluvial. No período de avaliação do segundo corte (agosto de 2008) a precipitação média obtida foi de 70,5 mm. Assim, no segundo corte, provavelmente pela falta de água o crescimento vegetativo da forrageira até atingir o ponto ótimo de corte foi menor e mais lento em comparação aos demais períodos de avaliação, resultando em uma menor produção de folhas na pastagem com capim-marandu.

A produção de massa seca total de pastagem com e sem aplicação de calcário variou de 3.718,64 a 12.163,82 kg ha<sup>-1</sup> considerando os três cortes de avaliações realizados.

TABELA 4 - Produção de massa seca de folha (MSF), colmos (MSC) e total (MST) de pastagem com capim-marandu em função da calagem superficial, doses de fósforo e interação calagem superficial x doses de fósforo, em três épocas de avaliação.

| FATORES                                                                | MSF                            | MSC        | MST       |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|-----------|
|                                                                        | -----kg ha <sup>-1</sup> ----- |            |           |
|                                                                        | <b><u>1º CORTE</u></b>         |            |           |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                                |            |           |
| Sem Calcário                                                           | 3.309,64                       | 1.665,82   | 4.975,47  |
| Com Calcário                                                           | 3.329,56                       | 1.715,42   | 4.954,98  |
| DMS                                                                    | 325,86                         | 295,81     | 550,39    |
| C.V%                                                                   | 15,82                          | 20,77      | 13,21     |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                                |            |           |
| 0                                                                      | 3.159,40                       | 1.428,13 b | 4.587,53  |
| 40                                                                     | 3.331,80                       | 1.539,47 b | 4.872,07  |
| 80                                                                     | 3.332,60                       | 2.104,27 a | 5.436,07  |
| DMS                                                                    | 794,64                         | 538,45     | 1005,88   |
| C.V%                                                                   | 10,78                          | 18,95      | 12,00     |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                                           | ns                             | ns         | ns        |
|                                                                        | <b><u>2º CORTE</u></b>         |            |           |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                                |            |           |
| Sem Calcário                                                           | 4.674,58                       | 7.074,38   | 11.748,96 |
| Com Calcário                                                           | 4.789,84                       | 7.373,98   | 12.163,82 |
| DMS                                                                    | 819,58                         | 1.375,27   | 2.139,47  |
| C.V%                                                                   | 24,76                          | 35,44      | 30,76     |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                                |            |           |
| 0                                                                      | 4.480,13                       | 6.380,40   | 11.211,47 |
| 40                                                                     | 4.831,07                       | 7.571,50   | 12.051,63 |
| 80                                                                     | 4.885,43                       | 7.720,63   | 12.606,07 |
| DMS                                                                    | 1.796,85                       | 3.926,61   | 1.300,09  |
| C.V%                                                                   | 18,75                          | 20,61      | 19,38     |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                                           | ns                             | ns         | ns        |
|                                                                        | <b><u>3º CORTE</u></b>         |            |           |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                                |            |           |
| Sem Calcário                                                           | 2.845,19                       | 589,93     | 3.235,12  |
| Com Calcário                                                           | 2.986,24                       | 732,40     | 3.718,64  |
| DMS                                                                    | 319,74                         | 295,77     | 502,24    |
| C.V%                                                                   | 11,64                          | 33,02      | 13,47     |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                                |            |           |
| 0                                                                      | 2.761,20                       | 511,23 b   | 3.272,43  |
| 40                                                                     | 2.766,49                       | 565,33 b   | 3.331,82  |
| 80                                                                     | 2.919,47                       | 906,93 a   | 3.826,40  |
| DMS                                                                    | 502,52                         | 334,82     | 718,29    |
| C.V%                                                                   | 12,64                          | 48,44      | 15,64     |
| <b>Interação (C.S.) x (D.P.)</b>                                       | ns                             | ns         | ns        |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5%.

A ausência de resposta da calagem no aumento da produção de massa seca de folhas e colmos e conseqüentemente na produção de massa seca total nos três cortes realizados pode ser explicada, devido às condições adequadas de fertilidade do solo após a implantação da pastagem, pois o solo apresentava elevados teores de Ca ( $19,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e Mg ( $6,8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), baixo teor de alumínio trocável ( $2,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e saturação por bases variando de 36% a 50% (Tabela 2), que segundo Premazzi e Mattos (2002) consideram a saturação por bases de 43-47% como faixa ótima para a obtenção da produção máxima de massa seca de parte aérea de capim-marandu.

Não houve efeito significativo da aplicação de doses crescentes de fósforo no incremento da produção de massa seca de folhas e total. O efeito isolado da aplicação de doses de fósforo em pastagem com capim-marandu exerceu efeito significativo somente na produção de massa seca de colmo no primeiro e terceiro corte (Figura 8). É importante ressaltar que o segundo corte coincidiu com o período de menor precipitação pluvial, havendo assim menor disponibilidade de água para as plantas, comprometendo o crescimento vegetativo da pastagem.

No primeiro corte a dose de  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de fósforo proporcionou as maiores produções de massa seca de colmos (Figura 8). Os incrementos corresponderam a 47% para a massa seca de colmos (acrécimo de 1.428,13 para 2.104,27  $\text{kg ha}^{-1}$ ) e 18,5% para massa seca total (acrécimo de 4.587,53 para 5.436,07  $\text{kg ha}^{-1}$ ). No último corte de avaliação houve um incremento de 77% na produção de massa seca de colmos com a aplicação da dose de  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de fósforo em relação ao tratamento sem aplicação de fósforo (Figura 8).

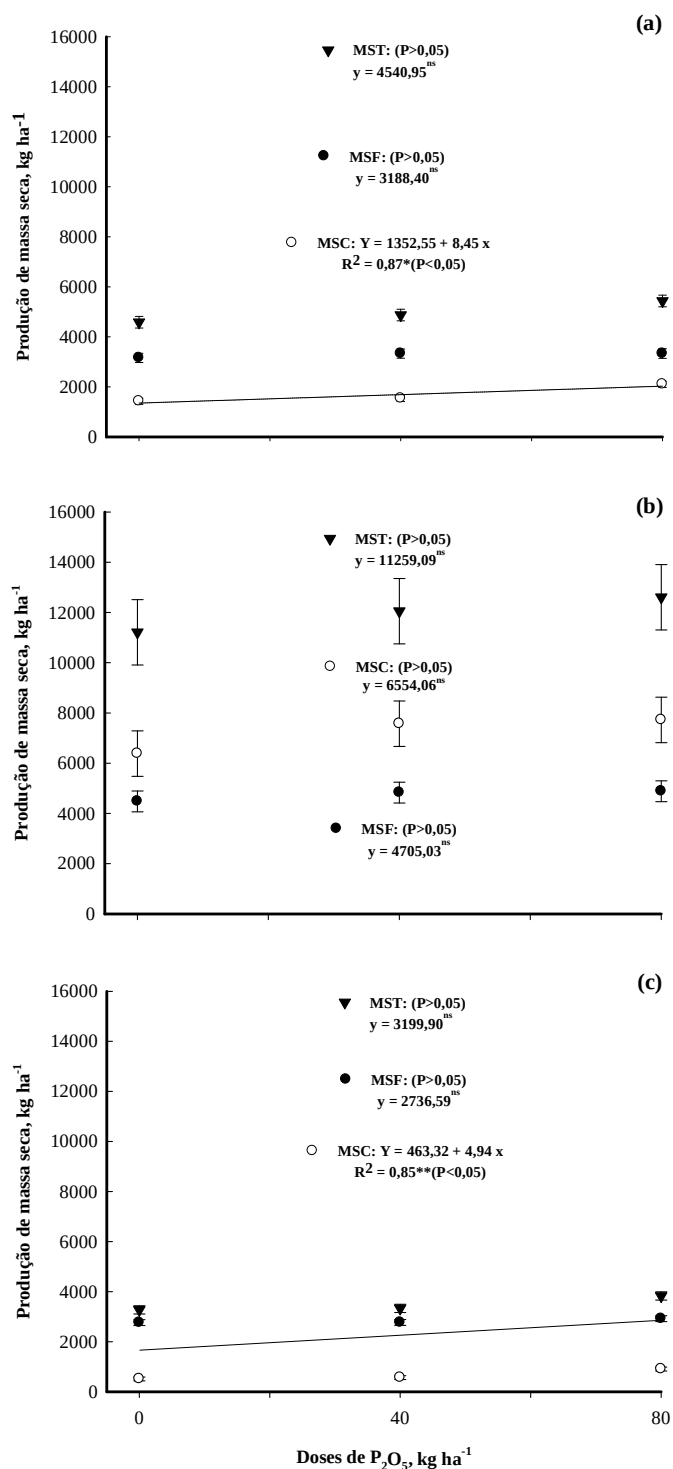


Figura 8 - Produção de massa seca de folhas, colmos e total no primeiro (a), segundo (b) e terceiro (c) corte de avaliação da pastagem com capim-marandu submetida a doses de fósforo em cobertura. \* e \*\* significativo a P<0,01 e P<0,05 e ns – não significativo pelo teste F a 5%.

Nos três cortes realizados não houve efeito significativo das doses de fósforo na produção de massa seca total. A ausência deste efeito significativo pode está relacionada ao teor de fósforo no solo adequado para a pastagem ( $11,7 \text{ mg dm}^{-3}$  na profundidade 0-20 cm no início do experimento), assim esses valores estavam acima dos sugeridos para manutenção de do capim-marandu, que seriam no mínimo de 80% ( $3,3$  a  $4,8 \text{ mg dm}^{-3}$ ) dos valores estipulados para o estabelecimento ( $4,1$  a  $6 \text{ mg dm}^{-3}$ ) dessa espécie forrageira (MACEDO, 2004). Esse alto teor de fósforo na camada de 0-20 cm no início do experimento é justificado pela forma como a pastagem foi implantada, através do sistema de integração lavoura-pecuária onde as sementes da forrageira foram misturadas ao adubo formulado NPK 10-28-20, considerando a quantidade de  $80 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ .

Os maiores valores de produção de massa seca no segundo corte pode ser explicado, pela maior massa de colmos, associada com o aumento no número de perfilhos por unidade de área e, provavelmente, pelo maior peso dos perfilhos nesses pastos. Pois, perfilhos mais pesados possuem colmo mais desenvolvido, como forma de garantir a sustentação das folhas (SANTOS et al., 2009).

Não houve efeito significativo para os fatores estudados na produção de perfilhos  $\text{m}^{-2}$ , nos dois primeiros cortes de avaliação. Apenas no terceiro corte houve efeito significativo para a aplicação de doses de fósforo na produção de perfilhos  $\text{m}^{-2}$  (Tabela 5).

TABELA 5 - Número de perfilhos de pastagem com capim-marandu em função da calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo, em três épocas de avaliação.

| FATORES                                                                | 1° CORTE                       | 2° CORTE | 3° CORTE |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|----------|
|                                                                        | -----kg ha <sup>-1</sup> ----- |          |          |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                                |          |          |
| Sem Calcário                                                           | 762,67                         | 1.387,55 | 523,55   |
| Com Calcário                                                           | 828,44                         | 1.428,44 | 628,44   |
| DMS                                                                    | 71,04                          | 327,10   | 117,30   |
| C.V%                                                                   | 7,47                           | 11,79    | 18,27    |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                                |          |          |
| 0                                                                      | 729,33                         | 1.322,00 | 470,67 b |
| 40                                                                     | 815,33                         | 1.416,00 | 535,33 b |
| 80                                                                     | 842,00                         | 1.486,00 | 722,00 a |
| DMS                                                                    | 251,33                         | 440,72   | 220,68   |
| C.V%                                                                   | 6,45                           | 5,60     | 10,81    |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                                           | ns                             | ns       | ns       |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5%.

A resposta da produção de perfilhos  $\text{m}^{-2}$  no 3º corte em função das doses de fósforo ajustou-se ao modelo de regressão linear, ou seja, com o aumento das doses de fósforo houve um aumento na produção de perfilhos de capim-marandu (Figura 9). O número de perfilhos  $\text{m}^{-2}$  no terceiro corte de avaliação aumentou de 470,67 no tratamento sem aplicação de fósforo para 722,00 perfilhos  $\text{m}^{-2}$  com aplicação de  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , resultando em um incremento de 53% em comparação ao tratamento sem aplicação de fósforo.

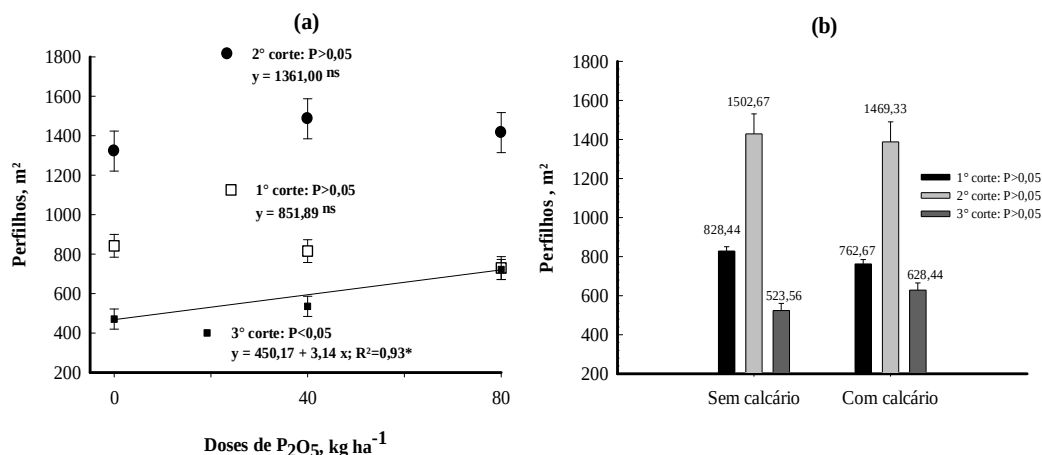


Figura 9 - Número de perfilhos  $\text{m}^{-2}$  de capim-marandu em função de doses de fósforo (a) e aplicação de calcário (b) em três épocas de cortes. ns – não significativo e \* significativo ( $P < 0,05$ ) pelo teste F.

A calagem superficial não aumentou o número de perfilhos na pastagem de capim marandu. Segundo Rodrigues et al. (2004b) o efeito da calagem no perfilhamento, ocorreria devido o aumento do pH, favorecendo a mineralização da matéria orgânica, aumentando a disponibilidade de nitrogênio e fósforo, além do fornecimento de Ca e Mg para a pastagem. Deste modo, como o solo apresentava teores relativamente elevados desses elementos no solo, a produção de perfilhos de capim marandu não foi influenciada pela calagem.

A altura do dossel de pastagem de capim marandu não foi influenciada pelos fatores estudados (Tabela 6).

TABELA 6 - Altura do dossel de pastagem com capim-marandu em função da calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo, em três épocas de avaliação.

| FATORES                                                               | 1º CORTE | 2º CORTE | 3º CORTE |
|-----------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| ----- cm -----                                                        |          |          |          |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                     |          |          |          |
| Sem Calcário                                                          | 80,00    | 45,53    | 35,89    |
| Com Calcário                                                          | 82,06    | 45,19    | 36,47    |
| DMS                                                                   | 4,83     | 2,32     | 3,61     |
| C.V%                                                                  | 20,60    | 20,41    | 24,98    |
| <b>Interação C.S x D.P</b>                                            | ns       | ns       | ns       |
| <b>Doses de <math>P_2O_5</math> (<math>kg\ ha^{-1}</math>) (D.P.)</b> |          |          |          |
| 0                                                                     | 78,95    | 44,46    | 31,96    |
| 40                                                                    | 80,96    | 45,04    | 35,83    |
| 80                                                                    | 83,17    | 45,08    | 40,75    |
| DMS                                                                   | 9,29     | 1,87     | 10,14    |
| C.V%                                                                  | 9,67     | 25,22    | 22,05    |
| <b>Interação C.S x D.P</b>                                            | ns       | ns       | ns       |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5%.

Para a altura do dossel da pastagem obteve-se médias variando de 34 a 82 cm nas três avaliações realizadas. As maiores médias de altura foram obtidas na primeira avaliação da pastagem (Figura 10). Estas maiores médias de altura do dossel no primeiro corte podem ser explicadas pela maior disponibilidade de água neste período, não comprometendo o crescimento vegetativo da pastagem em comparação aos demais cortes realizados.

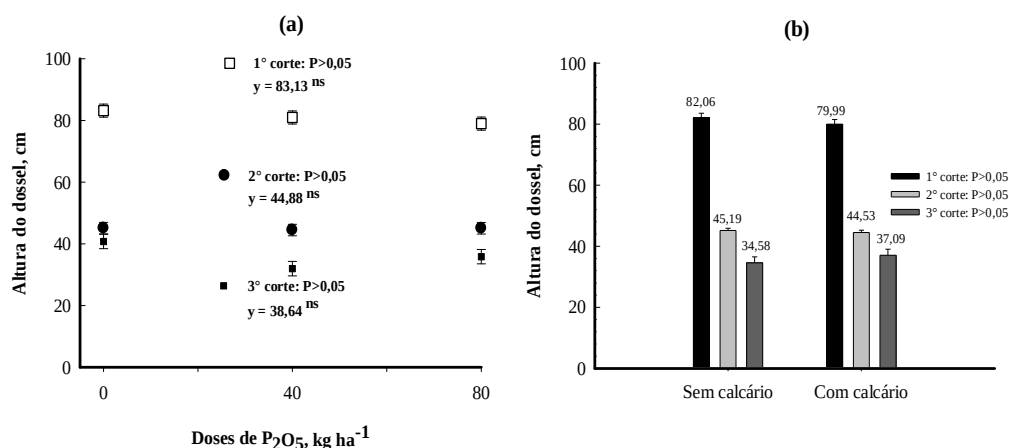


Figura 10 - Altura do dossel de pastagem com capim-marandu em função de doses de fósforo (a) e aplicação de calcário (b) em três épocas de cortes. ns – não significativo pelo teste F a 5%.



Quanto à relação folhas : colmos não houve efeito significativo para os fatores estudados nos três cortes de avaliação realizados (Figura 11).

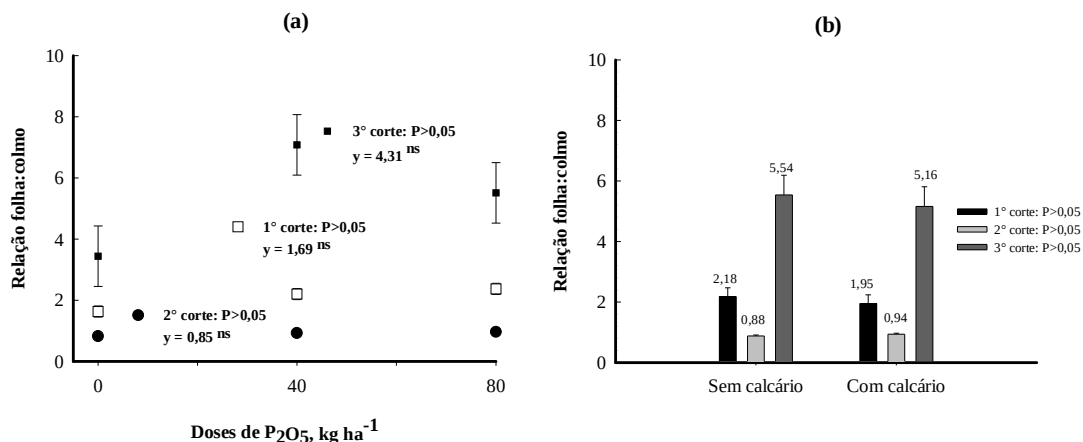


Figura 11 - Relação folha:colmo de pastagem com capim-marandu em função de doses de fósforo (a) e aplicação de calcário (b) em três épocas de cortes. ns – não significativo pelo teste F a 5%.

Os maiores valores de relação folha:colmo foram obtidos no primeiro e terceiro corte de avaliação, indicando que nessas duas épocas, havia uma maior quantidade de massa seca de folhas de pastagem com capim-marandu. Sendo assim, a maior produção de folhas em relação aos colmos, pode está associada ao fato que no período do primeiro e terceiro corte, as condições de disponibilidade de água para a pastagem terem sido adequadas ao crescimento vegetativo da pastagem.

Deste modo, quanto maior for o índice de relação folha:colmo, maior será a oferta de massa seca de folhas para o consumo dos animais, pois dentro da massa seca total o componente folha é a parte preferível e de maior valor nutritivo para os animais.

## 4.2 TEORES DE NUTRIENTES

Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio presentes na massa seca de parte aérea (MSPA) de pastagem com capim-marandu não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelos fatores calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo nos três cortes realizados na pastagem (Tabelas 7, 8, 9, 10 e 11).

Os teores de nitrogênio nas três amostragens variaram de 7,0 g kg<sup>-1</sup> a 9,8 g kg<sup>-1</sup> nos três cortes de avaliação (Tabela 7).

TABELA 7 - Teores de nitrogênio no tecido vegetal da parte aérea de pastagem com capim-marandu nos três períodos de amostragem em função da calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| FATORES                                             | 1º CORTE                      | 2º CORTE | 3º CORTE |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|----------|----------|
|                                                     | -----g kg <sup>-1</sup> ----- |          |          |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                   |                               |          |          |
| Sem Calcário                                        | 8,40                          | 7,11     | 8,83     |
| Com Calcário                                        | 9,10                          | 7,26     | 9,80     |
| DMS                                                 | 0,91                          | 0,79     | 1,55     |
| C.V%                                                | 11,93                         | 10,62    | 14,57    |
| <b>Doses de Fósforo (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                               |          |          |
| 0                                                   | 8,40                          | 7,00     | 9,10     |
| 40                                                  | 8,75                          | 7,18     | 9,21     |
| 80                                                  | 9,10                          | 7,39     | 9,62     |
| DMS                                                 | 1,60                          | 1,17     | 2,08     |
| C.V%                                                | 8,75                          | 11,96    | 18,09    |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                        | ns                            | ns       | ns       |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns – não significativo.

Os teores de N na parte aérea obtidos neste experimento estiveram abaixo do teor de 26,8 g kg<sup>-1</sup> obtido por Monteiro et al. (1995) em experimento com cultivo de capim-marandu em solução nutritiva. Maciel et al. (2007) em um experimento de campo, testando o efeito de diferentes fontes fósforo em uma pastagem com capim-marandu durante três avaliações verificaram que os teores de N na parte aérea da pastagem (folha+colmo) variaram de 11,0 g kg<sup>-1</sup> a 26,4 g kg<sup>-1</sup>. O teor de N na parte aérea considerado adequado para a pastagem com capim-marandu está na faixa de 13 a 20 g kg<sup>-1</sup> (WERNER et al., 1996). Deste modo, de acordo com os resultados relatados pela literatura, os teores de N obtidos nesse experimento nas três avaliações realizadas estavam abaixo do adequado para a cultura.

Os baixos teores de nitrogênio na planta podem ser explicados, devido às perdas N por volatilização, por meio do processo de desnitrificação que ocorre em solos de pastagens com baixa permeabilidade, como é o caso dos solos com horizonte B textural, típico dos Argissolos (ANDRADE; VALENTIM, 2004).

É importante ressaltar que o nitrogênio é um importante elemento para manutenção e obtenção de elevada produtividade e qualidade nutricional de uma pastagem. Deste modo, a adubação nitrogenada pode ser utilizada com o objetivo de fornecer este nutriente para a pastagem, evitando o declínio na produção e a sua degradação, e intensificando o sistema de exploração com obtenção de elevadas produtividades (WERNER et al., 1996; MONTEIRO et al., 1995).

Em todos os cortes realizados os teores de fósforo na parte aérea foram altos (Tabela 8). Os teores de fósforo variam de 1,74 g kg<sup>-1</sup> a 6,71 g kg<sup>-1</sup> nos três cortes realizados, acima dos níveis críticos de fósforo no tecido vegetal da parte aérea de capim-marandu, de 1,2 a 1,3 g kg<sup>-1</sup> obtido por Corrêa e Haag (1993) e 0,8 a 3,0 g kg<sup>-1</sup> considerado adequados por Werner et al. (1996). Em um experimento com cultivo de capim-marandu em solução nutritiva, obteve-se teores de 0,4 g kg<sup>-1</sup> com a omissão de P e 2,4 g kg<sup>-1</sup> no tratamento com solução completa (MONTEIRO et al., 1995).

TABELA 8 - Teores de fósforo no tecido vegetal da parte aérea de pastagem com capim-marandu nos três períodos de amostragem em função da calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| FATORES                                                                | 1º CORTE                      | 2º CORTE | 3º CORTE |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|----------|
|                                                                        | -----g kg <sup>-1</sup> ----- |          |          |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                               |          |          |
| Sem Calcário                                                           | 6,07                          | 3,75     | 2,39     |
| Com Calcário                                                           | 6,46                          | 4,16     | 2,85     |
| DMS                                                                    | 1,21                          | 0,99     | 0,84     |
| C.V %                                                                  | 11,04                         | 39,63    | 20,66    |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                               |          |          |
| 0                                                                      | 5,61                          | 3,76     | 1,74     |
| 40                                                                     | 6,46                          | 3,86     | 3,03     |
| 80                                                                     | 6,71                          | 4,27     | 3,11     |
| DMS                                                                    | 1,98                          | 0,67     | 0,36     |
| C.V%                                                                   | 27,07                         | 34,64    | 20,99    |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                                           | ns                            | ns       | ns       |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns – não significativo

Deste modo, o fato dos elevados teores de fósforo na planta, principalmente no primeiro corte e mantendo-se acima dos níveis críticos de fósforo nas demais avaliações, pode se explicado pelos teores de fósforo disponível no solo acima do nível crítico de P disponível para planta, proporcionado pelo fósforo residual do solo onde após a implantação da pastagem pelo sistema de lavoura-pecuária era de 11,70 mg dm<sup>-3</sup> na camada de 0-20 cm e com aplicação do fertilizante fosfatado em cobertura na pastagem manteve-se os níveis adequados de fósforo para a pastagem.

Os teores de potássio encontrados variaram de 9,0 g kg<sup>-1</sup> a 25,2 g kg<sup>-1</sup> nos três cortes realizados (Tabela 9). Os menores teores foram obtidos por ocasião do segundo corte da pastagem, possivelmente pelo efeito da diluição, pois, por ocasião do segundo corte obtiveram-se as maiores produções de massa seca total da parte aérea. Os teores de potássio obtido nesse experimento em todas as épocas de avaliação estão abaixo dos valores de 28,0 g kg<sup>-1</sup> obtidos em cultivo em solução nutritiva completa por Monteiro et al. (1995).

TABELA 9 - Teores de potássio no tecido vegetal da parte aérea de pastagem com capim marandu em três períodos de amostragem em função da calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| FATORES                                                                | 1° CORTE                      | 2° CORTE | 3° CORTE |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|----------|
|                                                                        | -----g kg <sup>-1</sup> ----- |          |          |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                               |          |          |
| Sem Calcário                                                           | 21,32                         | 9,35     | 24,20    |
| Com Calcário                                                           | 20,59                         | 9,00     | 24,91    |
| DMS                                                                    | 3,35                          | 1,77     | 3,07     |
| C.V%                                                                   | 18,12                         | 8,78     | 8,89     |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                               |          |          |
| 0                                                                      | 19,79                         | 9,09     | 23,99    |
| 40                                                                     | 20,26                         | 9,19     | 24,39    |
| 80                                                                     | 22,81                         | 9,25     | 25,29    |
| DMS                                                                    | 5,82                          | 1,25     | 3,35     |
| C.V%                                                                   | 17,33                         | 15,31    | 13,54    |
| <b>Interação C.S x D.P.</b>                                            | ns                            | ns       | ns       |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5%. ns – não significativo

Embora, tenha-se obtido os menores teores de potássio por ocasião do segundo corte, os teores deste elemento no tecido vegetal da parte aérea de capim-marandu estiveram dentro faixa adequada para esta cultura, considerando a faixa de 12 a 30 g kg<sup>-1</sup> (WERNER et al, 1996). Sendo isto possível devido os teores médios de potássio disponível no solo onde foi realizado este experimento.

Na Tabela 10 estão apresentadas às médias dos teores de cálcio na parte aérea da pastagem com capim-marandu. Os teores de cálcio obtidos variaram de 2,75 a 4,62 g kg<sup>-1</sup>. Os teores de cálcio no tecido vegetal obtido nas três amostragens realizadas estiveram na faixa dos valores considerados adequados para a cultura, entre 3 e 6 g kg<sup>-1</sup> (WERNER et al, 1996). Isto foi possível devido o solo apresentar elevados teores de cálcio, e suficientes para atender a demanda de cálcio para a pastagem.

TABELA 10 - Teores de cálcio no tecido vegetal da parte aérea de pastagem com capim-marandu em três períodos de amostragem em função da calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| FATORES                                                                | 1° CORTE                      | 2° CORTE | 3° CORTE |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|----------|
|                                                                        | -----g kg <sup>-1</sup> ----- |          |          |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                               |          |          |
| Sem Calcário                                                           | 2,82                          | 4,33     | 2,81     |
| Com Calcário                                                           | 2,94                          | 4,59     | 3,08     |
| DMS                                                                    | 0,40                          | 0,43     | 0,21     |
| C.V%                                                                   | 7,76                          | 10,64    | 15,11    |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                               |          |          |
| 0                                                                      | 2,87                          | 4,38     | 2,87     |
| 40                                                                     | 3,00                          | 4,62     | 2,97     |
| 80                                                                     | 2,75                          | 4,39     | 3,00     |
| DMS                                                                    | 0,34                          | 0,73     | 0,68     |
| C.V%                                                                   | 14,84                         | 10,57    | 7,74     |
| <b>Interação C.S x D.P.</b>                                            | ns                            | ns       | ns       |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5%. ns – não significativo

Quanto aos teores de magnésio na parte aérea, estes variaram de 4,31 a 8,29 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 11), sendo estes valores acima dos teores considerados adequados para a cultura, entre 1,5 a 4,0 g kg<sup>-1</sup> (WERNER et al, 1996). No tecido vegetal da parte aérea do capim-marandu pode-se encontrar valores de até 4,9 g kg<sup>-1</sup> de magnésio (MONTEIRO et al, 1995). Os elevados teores de magnésio na planta obtido neste experimento são explicados pelos médios teores de magnésio disponível presentes no solo da área experimental.

TABELA 11 - Teores de magnésio no tecido vegetal da parte aérea de pastagem com capim-marandu em três períodos de amostragem em função da calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| FATORES                                                                | 1° CORTE | 2° CORTE | 3° CORTE |
|------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| -----g kg <sup>-1</sup> -----                                          |          |          |          |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |          |          |          |
| Sem Calcário                                                           | 4,66     | 6,35     | 5,86     |
| Com Calcário                                                           | 4,96     | 6,92     | 6,81     |
| DMS                                                                    | 1,42     | 1,88     | 1,72     |
| C.V%                                                                   | 7,19     | 11,76    | 20,02    |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |          |          |          |
| 0                                                                      | 4,54     | 4,96     | 4,90     |
| 40                                                                     | 5,56     | 7,77     | 7,72     |
| 80                                                                     | 4,31     | 7,18     | 6,38     |
| DMS                                                                    | 1,47     | 3,16     | 2,97     |
| C.V%                                                                   | 12,24    | 22,77    | 12,33    |
| <b>Interação C.S x D.P.</b>                                            | ns       | ns       | ns       |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5%. ns – não significativo

Os teores médios de magnésio, influenciaram negativamente à relação Ca/Mg no tecido vegetal da parte aérea (Figura 12). Isto é observado pela redução dos valores da relação Ca/Mg com aumento dos teores de magnésio, com valores do coeficiente de correlação acima de 60% nos três cortes de avaliação. Este efeito possivelmente foi o responsável pelos baixos teores de cálcio na parte aérea da pastagem, pois como o cálcio é absorvido pelas raízes das plantas na forma de Ca<sup>+2</sup> sua absorção pelas raízes das plantas é diminuída por altas concentrações de Mg<sup>+2</sup> no solo (MALAVOLTA, 1980). Situação semelhante ao obtido no solo deste experimento.

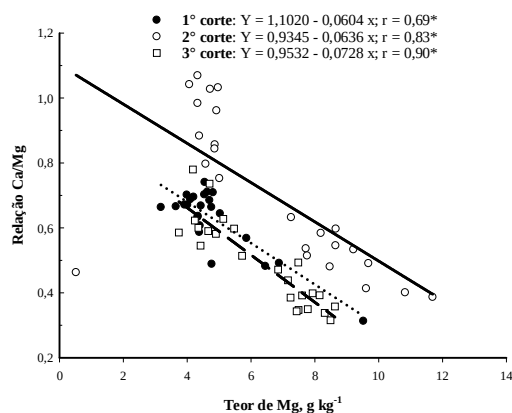


Figura 12 - Correlação de Ca/Mg em função dos teores de magnésio na parte aérea de pastagem com capim-braquiaria, submetida à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura em três épocas de corte. \* - significativo a P<0,05.

### 4.3. ALTERAÇÕES DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO.

#### 4.3.1 pH em água

Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) para os fatores doses de fósforo e interação doses de fósforo x calagem nos valores de pH em água do solo após, três, nove e quatorze meses após a aplicação de calcário superficialmente e um, sete e doze meses após aplicação de doses de fósforo em cobertura (Tabela 12).

Entretanto, considerando apenas os efeitos dos tratamentos sem e com calcário houve efeito significativo no aumento dos valores de pH em água do solo, nas profundidades de 0-5 cm na primeira e segunda amostragem e 0-5 e 5-10 cm na terceira amostragem. Aos três meses após calagem o pH se elevou de 5,16 para 5,38 na camada amostrada de 0-5 cm de profundidade. Aos nove meses após aplicação de calcário, na profundidade de 0-5 cm ainda permanecia a diferença significativa, com valor de pH de 5,49 no tratamento com calcário. Quatorze meses após a aplicação de calcário em superfície o valor de pH elevou-se até o valor de 5,51 na camada de 0-5 cm de profundidade, atingindo uma acidez considerada baixa de acordo com os limites de interpretação da camada arável (VAN RAIJ et al., 1997). Somente nessa época a calagem superficial promoveu efeito significativo ( $P<0,05$ ) no aumento do pH na profundidade de 5-10 cm.

Nas profundidades de 5-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade a calagem superficial não promoveu aumentos significativos nos valores de pH nas demais épocas de amostragem, com exceção do pH na camada de 5-10 cm de profundidade quatorze meses após aplicação de calcário. O aumento nos valores de pH do solo após calagem ocorrem devido ao processo de solubilização do calcário produzindo ânions bicarbonato  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{OH}^-$  reagindo com  $\text{H}^+$  da solução do solo promovendo a redução da acidez do solo (WEST; MCBRIDE, 2005; CAIRES et al., 2008). Entretanto, como os materiais corretivos da acidez utilizados na agricultura são pouco solúveis, os produtos da reação do calcário com o solo apresenta uma mobilidade limitada, estando à ação da calagem, nesse caso restrita a camada superficial do solo (CAIRES et al., 1999).

Resultados semelhantes para o efeito do aumento do pH somente na profundidade de 0-5 cm foram obtidos por Leite et al. (2006), que durante um período de quatro anos não observaram aumentos nos valores de pH abaixo da camada de 0-5 cm, principalmente pelo fato da deposição do calcário ter sido em superfície sem incorporação e haver uma baixa

mobilidade dos produtos da dissolução do calcário no perfil do solo, quando o solo se encontra com uma acidez relativamente baixa (RHEINHEIMER et al., 2000a).

Vale ressaltar, que pelo fato do calcário utilizado neste trabalho apresentar um baixo PRNT, devido seu baixo grau de moagem, resultando em um corretivo de elevada granulometria, isto pode ter contribuído para o efeito da correção da acidez ter sido significativa somente na profundidade de 0-5 e 5-10 cm.

Assim, além do calcário não ter sido incorporado no solo, a baixa solubilidade do carbonato de cálcio e do menor contato das partículas do corretivo com o solo, proporcionaram aumento do pH somente nas camadas mais superficiais (CORRÊA et al., 2008). Leite et al. (2006) considera que quanto maior o contato do calcário com o solo, maior é a reação do corretivo, proporcionando uma maior uniformidade de correção em profundidade quando o calcário é incorporado.

De acordo com Rheinheimer et al. (2000b), os efeitos da calagem em profundidade somente ocorrem quando o pH encontra-se na faixa de 5,2 a 5,5 onde há a formação e a migração de  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)$  e  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)$  para camadas mais profundas do solo, e quando ocorre a movimentação de calcário por meio do deslocamento mecânico de partículas finas de calcário no perfil do solo.

A dissociação do calcário, em solo ácido, promove a liberação de ânions ( $\text{OH}^-$  e  $\text{HCO}_3^-$ ), os quais reagem com os cátions de reação ácida da solução do solo ( $\text{H}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ), e essa reação ocorre até pH em torno de 5,5, porém enquanto existirem esses cátions ácidos, a reação de neutralização da acidez ficará limitada à camada superficial, retardando o efeito na subsuperfície. Para que a neutralização da acidez ocorra na subsuperfície, os produtos da dissociação do calcário têm de ser arrastados para as camadas inferiores (RHEINHEIMER et al., 2000a).



TABELA 12 - Valores de pH em água em quatro profundidades do solo submetido a calagem superficial e doses de fósforo em cobertura pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.

| FATORES                                                                | Profundidade (cm) |        |       |       |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------|-------|-------|
|                                                                        | 0-5               | 5-10   | 10-20 | 20-40 |
| -----mmolc dm <sup>-3</sup> -----                                      |                   |        |       |       |
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>                    |                   |        |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |        |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 5,16 b            | 5,24   | 5,20  | 5,07  |
| Com Calcário                                                           | 5,38 a            | 5,27   | 5,26  | 5,10  |
| DMS                                                                    | 0,13              | 0,14   | 0,12  | 0,17  |
| C.V%                                                                   | 3,18              | 4,33   | 4,67  | 5,16  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |        |       |       |
| 0                                                                      | 5,22              | 5,19   | 5,19  | 5,10  |
| 40                                                                     | 5,36              | 5,30   | 5,30  | 5,04  |
| 80                                                                     | 5,22              | 5,27   | 5,20  | 5,10  |
| DMS                                                                    | 0,15              | 0,43   | 0,32  | 0,30  |
| C.V%                                                                   | 3,75              | 4,30   | 2,89  | 4,46  |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                                           | ns                | ns     | ns    | ns    |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>                  |                   |        |       |       |
| <b>Calagem Superficial</b>                                             |                   |        |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 5,22 b            | 5,18   | 5,24  | 5,12  |
| Com Calcário                                                           | 5,49 a            | 5,33   | 5,25  | 5,13  |
| DMS                                                                    | 0,18              | 0,21   | 0,04  | 0,21  |
| C.V%                                                                   | 1,90              | 5,34   | 3,98  | 3,91  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>)</b>        |                   |        |       |       |
| 0                                                                      | 5,31              | 5,23   | 5,22  | 5,24  |
| 40                                                                     | 5,40              | 5,27   | 5,26  | 4,98  |
| 80                                                                     | 5,38              | 5,27   | 5,26  | 5,16  |
| DMS                                                                    | 0,26              | 0,34   | 0,38  | 0,41  |
| C.V%                                                                   | 2,76              | 2,82   | 2,56  | 3,71  |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                                           | ns                | ns     | ns    | ns    |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i>                |                   |        |       |       |
| <b>Calagem Superficial</b>                                             |                   |        |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 5,35 b            | 5,27 b | 5,28  | 4,93  |
| Com Calcário                                                           | 5,51 a            | 5,49 a | 5,35  | 5,08  |
| DMS                                                                    | 0,12              | 0,05   | 0,19  | 0,21  |
| C.V%                                                                   | 4,23              | 3,94   | 6,52  | 9,48  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>)</b>        |                   |        |       |       |
| 0                                                                      | 5,33              | 5,27   | 5,28  | 4,98  |
| 40                                                                     | 5,44              | 5,40   | 5,30  | 5,00  |
| 80                                                                     | 5,52              | 5,47   | 5,38  | 5,03  |
| DMS                                                                    | 0,08              | 0,07   | 0,53  | 0,72  |
| C.V%                                                                   | 2,47              | 3,42   | 3,93  | 4,50  |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                                           | ns                | ns     | ns    | ns    |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5%.

### 4.3.2 Alumínio trocável

Para as três épocas de amostragem efetuadas não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para o efeito isolado de doses de fósforo em cobertura e da interação doses de fósforo x calagem. Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para o fator calagem superficial na profundidade de 0-5 cm nas duas primeiras amostragens, sendo que na terceira época não se constatou diferença significativa. Nas demais profundidades não houve influência do calcário na diminuição dos teores de alumínio trocável (Tabela 13).

O teor de alumínio trocável na profundidade de 0-5 cm diminuiu de 2,14 para 1,72  $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$  aproximadamente três meses após aplicação de calcário. Nove meses após a calagem os teores de alumínio trocável na profundidade de 0-5 cm, ainda permaneciam menores no tratamento com aplicação de calcário superficialmente. A diminuição do Al trocável pela calagem superficial foi observada também por autores como Caires et al. (1999) e Pottker & Ben (1998), os quais verificaram essa redução até 10 cm de profundidade, sendo esse processo proporcional à quantidade de calcário aplicada e o tempo de reação para neutralização do alumínio (POTTKER; BENM, 1998).

Observa-se que o comportamento do alumínio trocável no perfil do solo representado na Figura 13 foi inversamente proporcional ao comportamento observado para o pH em água nas três amostragens, isto é, conforme os valores de pH aumentavam, conseqüentemente, os teores de alumínio diminuía.

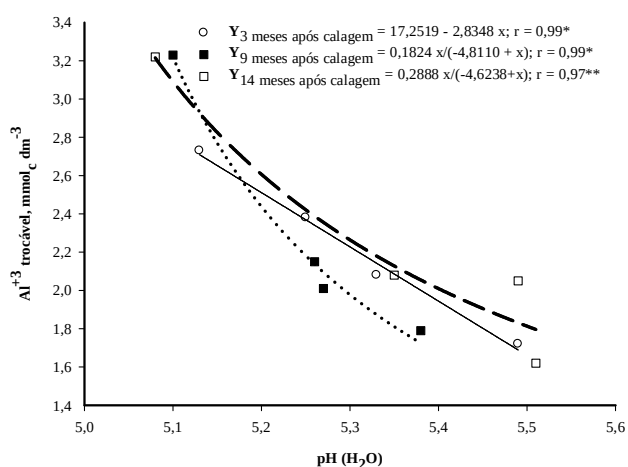


FIGURA 13 - Teor de alumínio trocável solo em função do pH em água da solução do solo após aplicação de calcário em três épocas de amostragem em pastagem com capim-marandu.

\* e \*\* significativo a  $P < 0,01$   $P < 0,05$ .

Ao se realizar a correlação entre os teores de alumínio trocável do solo e o valores de pH em água é possível constatar, que para as três amostragens houve uma coerência quanto as leis da química de solo, pois as três correlações foram negativas com um coeficiente de correlação acima de 95% considerando o mínimo valor de probabilidade de 1% a 5%. Ou seja, sempre que ocorrer um aumento de pH efetivamente haverá uma diminuição nos teores de alumínio trocável, em função da calagem.

Na Figura 14 trabalhando-se não mais com as médias do experimento, mais sim com o total de 96 observações coletadas no presente experimento, verifica-se o mesmo comportamento apesar dos menores coeficientes de correlação. Isto mais uma vez indica que a elevação do pH é inversamente proporcional a elevação dos teores de alumínio trocável. Pois o teor de Al diminui em todos os casos com o aumento do pH, como consequência da precipitação do Al como espécies Al-OH insolúveis, deixando vagos sítios de carga que são imediatamente ocupados pelos metais alcalino-terrosos (CAMARGO et al., 1997).

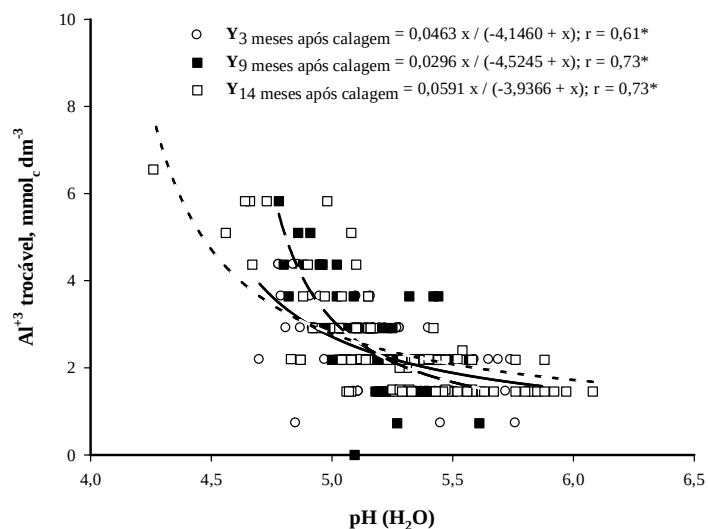


Figura 14 - Teor de alumínio trocável solo em função do pH em água da solução do solo após aplicação de calcário em três épocas de amostragem em pastagem com capim-marandu. \* significativo a  $P < 0,01$ . Médias de 96 observações.

TABELA 13 - Teores de  $Al^{+3}$  trocável em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.

| FATORES                                                                | Profundidade (cm) |       |        |       |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|--------|-------|
|                                                                        | 0-5               | 5-10  | 10-20  | 20-40 |
| -----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----                          |                   |       |        |       |
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>                    |                   |       |        |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |       |        |       |
| Sem Calcário                                                           | 2,14 a            | 2,26  | 2,43   | 2,87  |
| Com Calcário                                                           | 1,72 b            | 2,08  | 2,38   | 2,73  |
| DMS                                                                    | 0,24              | 0,61  | 0,49   | 0,86  |
| C.V%                                                                   | 23,60             | 31,38 | 29,68  | 26,53 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |       |        |       |
| 0                                                                      | 1,94              | 2,20  | 2,46   | 2,10  |
| 40                                                                     | 1,94              | 2,02  | 2,38   | 3,65  |
| 80                                                                     | 1,92              | 2,28  | 2,29   | 2,65  |
| DMS                                                                    | 0,68              | 1,04  | 1,08   | 1,64  |
| C.V%                                                                   | 13,44             | 30,44 | 22,51  | 33,18 |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                                           | ns                | ns    | ns     | Ns    |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>                  |                   |       |        |       |
| <b>Calagem Superficial</b>                                             |                   |       |        |       |
| Sem Calcário                                                           | 2,31 a            | 2,49  | 2,55   | 3,30  |
| Com Calcário                                                           | 1,79 b            | 2,01  | 2,15   | 3,23  |
| DMS                                                                    | 0,41              | 0,62  | 0,46   | 1,03  |
| C.V%                                                                   | 1,95              | 3,88  | 4,17   | 4,82  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>)</b>        |                   |       |        |       |
| 0                                                                      | 1,84              | 2,38  | 2,20   | 3,01  |
| 40                                                                     | 1,94              | 2,11  | 2,29   | 3,56  |
| 80                                                                     | 2,38              | 2,28  | 2,56   | 3,24  |
| DMS                                                                    | 0,71              | 1,45  | 0,37   | 1,96  |
| C.V%                                                                   | 1,88              | 2,70  | 1,98   | 4,20  |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                                           | ns                | ns    | ns     | ns    |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i>                |                   |       |        |       |
| <b>Calagem Superficial</b>                                             |                   |       |        |       |
| Sem Calcário                                                           | 1,79              | 2,04  | 2,55 a | 4,19  |
| Com Calcário                                                           | 1,62              | 2,05  | 2,08 b | 3,22  |
| DMS                                                                    | 0,30              | 0,27  | 0,36   | 1,04  |
| C.V%                                                                   | 18,75             | 24,24 | 33,59  | 7,91  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>)</b>        |                   |       |        |       |
| 0                                                                      |                   |       |        |       |
| 40                                                                     | 1,68              | 2,09  | 2,29   | 3,38  |
| 80                                                                     | 1,68              | 1,85  | 2,20   | 3,55  |
| DMS                                                                    | 1,76              | 2,20  | 2,46   | 4,19  |
| C.V%                                                                   | 18,75             | 14,38 | 16,70  | 4,11  |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                                           | ns                | ns    | ns     | ns    |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5%. ns – não significativo.

### 4.3.3 Acidez potencial

Na proporção dos constituintes da acidez potencial além do alumínio trocável, também é levado em consideração o íon H ligado covalentemente com o oxigênio, em estado não ionizado (SOUZA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007). Neste sentido comparando-se o resultado de acidez potencial com o obtido de alumínio trocável, verificou-se que não houve nenhum efeito significativo dos fatores aplicados e da interação calagem superficial x doses de fósforo nas duas primeiras amostragens realizadas (Tabela 14).

Somente quatorze meses após a calagem superficial à acidez potencial na camada de 0-5 e 5-10 cm apresentou valor estatisticamente superior ao tratamento sem calcário.

Este fato pode ser justificado pela atuação do calcário naturalmente sobre a química dos solos ácidos, onde no primeiro momento após a aplicação, primeiramente diminui-se os teores de alumínio responsáveis por geraram a acidez trocável e, possivelmente conforme, o transcorrer do tempo e o aumento do pH, reduz-se também a atuação dos íons hidrogênio. Portanto este fato foi constatado neste trabalho onde a calagem superficial na primeira camada corrigiu o excesso de alumínio trocável e posteriormente na última amostragem iniciou a correção também dos íons hidrogênio ligados covalentemente. Em todas as amostragens realizadas os teores de H+Al encontravam-se baixo a médio, de acordo com as classes de interpretação, que considera os teores de 10,1 a 50,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H+Al como baixo a médio segundo Alvarez et al., (1999).

TABELA 14 - Teores de H+Al em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura em pastagem e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.

| FATORES                                                         | Profundidade (cm) |         |       |       |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|---------|-------|-------|
|                                                                 | 0-5               | 5-10    | 10-20 | 20-40 |
| -----mmolc dm <sup>-3</sup> -----                               |                   |         |       |       |
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>             |                   |         |       |       |
| <b>Calagem Superficial</b>                                      |                   |         |       |       |
| Sem Calcário                                                    | 43,25             | 44,02   | 29,07 | 23,98 |
| Com Calcário                                                    | 38,50             | 41,20   | 24,51 | 22,77 |
| DMS                                                             | 20,47             | 14,77   | 26,38 | 25,41 |
| C.V%                                                            | 10,86             | 6,70    | 5,87  | 4,47  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>)</b> |                   |         |       |       |
| 0                                                               | 40,72             | 42,47   | 28,84 | 26,68 |
| 40                                                              | 43,86             | 40,59   | 25,34 | 21,86 |
| 80                                                              | 12,83             | 9,65    | 10,83 | 9,11  |
| DMS                                                             | 43,25             | 44,02   | 29,07 | 23,98 |
| C.V%                                                            | 28,78             | 17,74   | 23,75 | 20,70 |
| <b>Interação C.S. x D.P</b>                                     | ns                | ns      | ns    | ns    |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>           |                   |         |       |       |
| <b>Calagem Superficial</b>                                      |                   |         |       |       |
| Sem Calcário                                                    | 32,90             | 31,70   | 23,30 | 19,50 |
| Com Calcário                                                    | 31,60             | 28,00   | 22,80 | 19,40 |
| DMS                                                             | 7,50              | 4,69    | 6,20  | 2,18  |
| C.V%                                                            | 23,00             | 9,38    | 31,91 | 12,48 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>)</b> |                   |         |       |       |
| 0                                                               | 30,10             | 30,10   | 21,50 | 18,80 |
| 40                                                              | 30,80             | 31,00   | 21,80 | 19,20 |
| 80                                                              | 35,80             | 28,50   | 25,80 | 20,40 |
| DMS                                                             | 11,38             | 4,30    | 11,28 | 3,72  |
| C.V%                                                            | 25,17             | 17,00   | 29,11 | 12,13 |
| <b>Interação C.S. x D.P</b>                                     | ns                | ns      | ns    | ns    |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i>         |                   |         |       |       |
| <b>Calagem Superficial</b>                                      |                   |         |       |       |
| Sem Calcário                                                    | 42,70 a           | 37,70 a | 31,10 | 28,60 |
| Com Calcário                                                    | 35,40 b           | 34,30 b | 26,60 | 28,30 |
| DMS                                                             | 4,13              | 2,27    | 7,86  | 2,91  |
| C.V%                                                            | 5,69              | 6,54    | 32,76 | 16,90 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>)</b> |                   |         |       |       |
| 0                                                               |                   |         |       |       |
| 40                                                              | 39,80             | 34,80   | 27,20 | 29,20 |
| 80                                                              | 39,90             | 38,60   | 32,40 | 27,90 |
| DMS                                                             | 37,60             | 34,60   | 26,90 | 28,40 |
| C.V%                                                            | 11,46             | 6,83    | 26,49 | 11,08 |
| <b>Interação C.S. x D.P</b>                                     | ns                | ns      | ns    | ns    |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5%. ns – não significativo.

#### 4.3.4 Fósforo disponível

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para a interação calagem superficial x doses de fósforo (Tabela 15). Como foi verificado interação significativa para o fator doses de fósforo na primeira amostragem os demais fatores isolados foram desprezados, realizando-se o desdobramento das interações.

De acordo com a Figura 15, verifica-se que a atuação do calcário potencializou a atuação do fósforo. Pois nesta interação a maior dose de fósforo associada com a calagem, proporcionou o maior teor de fósforo disponível na profundidade de 0-5 cm do solo ( $37,75 \text{ mg dm}^{-3}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), fato este observado aproximadamente três meses após a calagem superficial e um mês após a aplicação de doses de fósforo em cobertura.

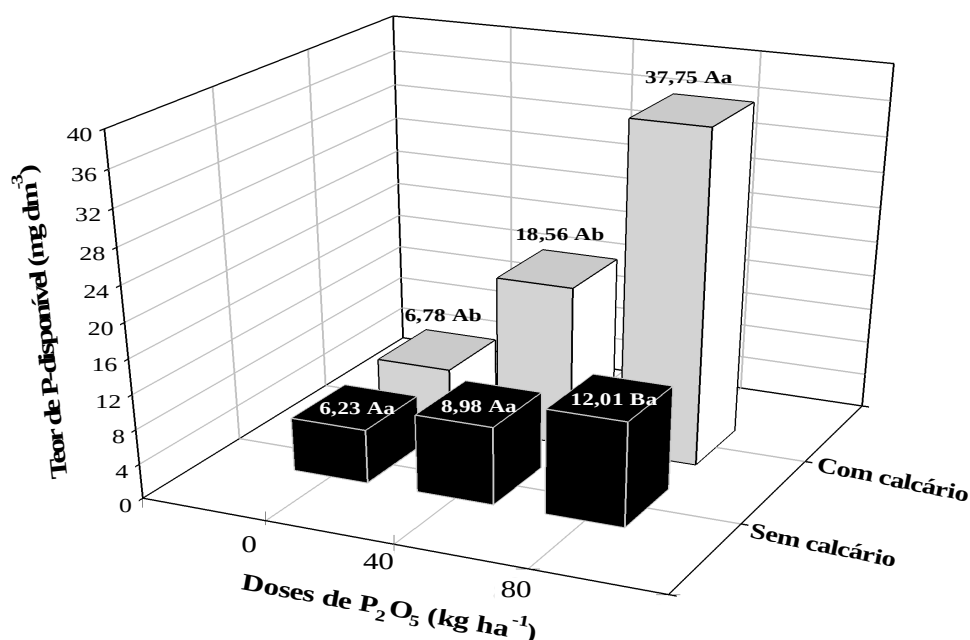


Figura 15 - Teores de fósforo disponível na profundidade de 0-5 cm do solo em função da calagem superficial e doses de fósforo, aproximadamente três meses após calagem superficial e um mês após aplicação de doses de fósforo em cobertura. Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas (fator calagem) e minúsculas (fator doses de fósforo), diferem significativamente pelo teste Tukey a 5%.

Este efeito pode ser explicado devido à reação do calcário aplicado no solo promover a formação de  $\text{OH}^-$  no sistema, aumentando o pH do solo e as cargas de superfície negativas, promovendo o aumento da dessorção de fósforo, com este elemento sendo liberado para a solução do solo (SATO; COMERFORD, 2005). Além disso, o aumento pode ser explicado devido à solubilização imediata do fertilizante superfosfato triplo (fonte solúvel), liberando mais P para o solo, proporcionando uma maior absorção do elemento pela planta. Deste modo, os teores de fósforo disponível no solo na camada de 0-5 e 5-10 cm de profundidade nas três amostragens realizadas estavam acima dos teores críticos de fósforo no solo (VAN RAIJ et al., 1997), acima da faixa de P no solo ( $3,3$  a  $4,8 \text{ mg dm}^{-3}$ ) considerada adequada para a fase de manutenção de pastagem com capim-marandu (MACEDO, 2004).



TABELA 15 - Teores de fósforo disponível em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.

| FATORES                                                                | Profundidade (cm) |       |       |       |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|
|                                                                        | 0-5               | 5-10  | 10-20 | 20-40 |
| -----mmolc dm <sup>-3</sup> -----                                      |                   |       |       |       |
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>                    |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 9,07 b            | 5,91  | 2,93  | 1,08  |
| Com Calcário                                                           | 21,03 a           | 6,02  | 3,04  | 1,44  |
| DMS                                                                    | 6,23              | 1,10  | 0,94  | 0,60  |
| C.V%                                                                   | 14,31             | 11,20 | 17,22 | 8,27  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (C.S.)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                                      | 6,51 b            | 5,68  | 2,36  | 1,02  |
| 40                                                                     | 13,78 ab          | 5,78  | 3,12  | 1,35  |
| 80                                                                     | 24,08 a           | 6,43  | 3,48  | 1,42  |
| DMS                                                                    | 14,92             | 1,60  | 1,78  | 1,27  |
| C.V%                                                                   | 14,28             | 7,39  | 18,43 | 12,50 |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                                           | *                 | ns    | ns    | ns    |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>                  |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 6,97              | 6,78  | 3,07  | 0,84  |
| Com Calcário                                                           | 12,07             | 9,72  | 3,27  | 0,82  |
| DMS                                                                    | 6,95              | 5,71  | 1,44  | 0,42  |
| C.V%                                                                   | 13,21             | 15,28 | 17,22 | 8,27  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                                      | 7,17              | 6,01  | 2,64  | 0,85  |
| 40                                                                     | 10,64             | 8,59  | 3,03  | 0,79  |
| 80                                                                     | 10,72             | 10,16 | 3,83  | 0,84  |
| DMS                                                                    | 6,51              | 8,71  | 2,30  | 0,46  |
| C.V%                                                                   | 11,95             | 10,48 | 18,43 | 12,50 |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                                           | ns                | ns    | ns    | ns    |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i>                |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 6,84              | 3,97  | 1,44  | 0,49  |
| Com Calcário                                                           | 5,76              | 4,08  | 1,91  | 0,58  |
| DMS                                                                    | 1,88              | 1,36  | 0,55  | 0,25  |
| C.V%                                                                   | 2,80              | 19,33 | 21,74 | 11,23 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                                      | 5,49              | 3,89  | 1,54  | 0,57  |
| 40                                                                     | 6,71              | 4,16  | 1,90  | 0,66  |
| 80                                                                     | 6,71              | 4,02  | 1,59  | 0,38  |
| DMS                                                                    | 3,71              | 1,66  | 1,10  | 0,32  |
| C.V%                                                                   | 15,14             | 11,57 | 7,97  | 6,95  |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                                           | ns                | ns    | ns    | ns    |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5%. \* - significativo a P<0,05 e ns – não significativo.

#### 4.3.5 Matéria Orgânica

O teor de matéria orgânica total no perfil do solo, nas três amostragens, não foi influenciado significativamente ( $P>0,05$ ) pelos fatores calagem superficial, doses de fósforo em cobertura e a interação calagem superficial x doses de fósforo (Tabela 16). Como era de ser esperar, os maiores teores de matéria orgânica foram observados nas camadas superficiais do solo (0-5 e 5-10 cm de profundidade), pois nesta camada do solo as taxas de adição e acúmulo de resíduos vegetais são maiores em comparação as demais profundidades (SOUZA et al., 2009). Os teores de matéria orgânica foram considerados médios (20,1 a 40,0 g kg<sup>-1</sup>) nas camadas superficiais e baixos à médios (7,1 a 20,0 g kg<sup>-1</sup>) nas camadas amostradas subsuperficialmente segundo Alvarez et al. (1999).

TABELA 16 - Teores de matéria orgânica em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.

| FATORES                                                                | Profundidade (cm) |       |       |       |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|
|                                                                        | 0-5               | 5-10  | 10-20 | 20-40 |
| -----mmolc dm <sup>-3</sup> -----                                      |                   |       |       |       |
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>                    |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 29,34             | 22,61 | 16,17 | 12,61 |
| Com Calcário                                                           | 30,30             | 25,67 | 15,77 | 12,15 |
| DMS                                                                    | 3,65              | 4,68  | 4,35  | 2,17  |
| C.V%                                                                   | 5,47              | 8,49  | 9,50  | 15,50 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                                      | 29,26             | 22,90 | 15,69 | 12,72 |
| 40                                                                     | 30,19             | 24,25 | 17,55 | 12,12 |
| 80                                                                     | 30,02             | 25,28 | 14,67 | 12,30 |
| DMS                                                                    | 5,10              | 6,30  | 4,84  | 1,40  |
| C.V%                                                                   | 6,55              | 10,21 | 13,81 | 8,58  |
| <b>Interação C.S x D.P</b>                                             | ns                | ns    | ns    | ns    |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>                  |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 35,53             | 25,28 | 18,74 | 21,99 |
| Com Calcário                                                           | 35,91             | 26,87 | 21,45 | 18,34 |
| DMS                                                                    | 11,43             | 3,31  | 8,21  | 9,28  |
| C.V%                                                                   | 10,20             | 18,82 | 22,83 | 40,32 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                                      | 34,15             | 29,70 | 21,48 | 22,13 |
| 40                                                                     | 36,41             | 25,10 | 19,36 | 21,83 |
| 80                                                                     | 36,59             | 23,42 | 19,44 | 16,56 |
| DMS                                                                    | 11,83             | 15,70 | 14,00 | 24,61 |
| C.V%                                                                   | 16,58             | 7,02  | 22,52 | 24,39 |
| <b>Interação C.S x D.P</b>                                             | ns                | ns    | ns    | ns    |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i>                |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 28,89             | 27,70 | 19,67 | 18,87 |
| Com Calcário                                                           | 34,56             | 28,62 | 22,07 | 18,07 |
| DMS                                                                    | 7,65              | 5,00  | 5,72  | 5,63  |
| C.V%                                                                   | 12,19             | 16,32 | 14,73 | 20,68 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                                      | 31,37             | 26,68 | 20,71 | 17,75 |
| 40                                                                     | 34,86             | 31,11 | 23,27 | 21,75 |
| 80                                                                     | 28,94             | 26,79 | 18,63 | 15,91 |
| DMS                                                                    | 10,44             | 7,05  | 8,92  | 11,78 |
| C.V%                                                                   | 13,59             | 19,23 | 13,12 | 15,97 |
| <b>Interação D.P x C.S</b>                                             | ns                | ns    | ns    | ns    |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5%. ns – não significativo.

#### 4.3.6 Potássio Trocável

Não houve efeito significativo para os fatores doses de fósforo em cobertura e para a interação calagem superficial x doses de fósforo nos teores de potássio trocável no perfil do solo em todas as épocas de amostragem do solo (Tabela 17).

Quanto aos teores de potássio trocável no solo, na segunda amostragem houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para o fator calagem superficial, este efeito sendo observado somente na profundidade de 0-5 e 5-10 cm. Este maior efeito do potássio na camada de 0-5 e 5-10 cm pode ser explicado pelo fato do Ca e Mg provenientes da calagem ocuparem os sítios de troca nos colóides de solo, além disso há a formação de ligantes orgânicos hidrossolúveis liberados da decomposição da matéria orgânica, que formariam complexos  $[ML^0$  ou  $ML^-$  ( $M = Ca$  ou  $Mg$ )] (Miyazawa et al., 1996), permitindo que o  $K^+$  movimente-se do complexo de troca para a solução do solo, o que favorece sua lixiviação para camada de 5-10 cm e a manutenção do  $K^+$  na camada de 0-5 cm. (FRANCHINI et al. 2001).

Como pode ser observado, apesar de não ter ocorrido o efeito da calagem superficial na elevação dos teores de potássio trocável no solo nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade, exceto nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm na segunda amostragem, este elemento apresentava disponibilidade baixo à média para as plantas em todas as amostragens. As classes de disponibilidade deste elemento para as plantas, são considerados muito baixo a baixo ( $0,0 - 1,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), médio ( $1,6 - 3,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e alto ( $3,1 - 6,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e muito alto acima de  $6,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (VAN RAIJ et al, 1997).

TABELA 17 - Teores de potássio trocável em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.

| FATORES                                                                | Profundidade (cm) |        |       |       |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------|-------|-------|
|                                                                        | 0-5               | 5-10   | 10-20 | 20-40 |
| -----mmolc dm <sup>-3</sup> -----                                      |                   |        |       |       |
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>                    |                   |        |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |        |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 3,30              | 2,20   | 1,63  | 1,60  |
| Com Calcário                                                           | 3,60              | 2,70   | 1,70  | 1,70  |
| DMS                                                                    | 0,7               | 0,4    | 0,4   | 0,6   |
| C.V%                                                                   | 2,47              | 3,32   | 3,37  | 2,88  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |        |       |       |
| 0                                                                      | 3,00              | 2,40   | 1,70  | 1,70  |
| 40                                                                     | 3,90              | 2,60   | 1,60  | 1,60  |
| 80                                                                     | 3,50              | 2,30   | 1,70  | 1,70  |
| DMS                                                                    | 0,10              | 0,12   | 0,12  | 0,10  |
| C.V%                                                                   | 2,86              | 1,73   | 1,72  | 2,81  |
| <b>Interação C.S x D.P</b>                                             | ns                | ns     | ns    | ns    |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>                  |                   |        |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |        |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 2,69 b            | 1,90 b | 1,58  | 1,28  |
| Com Calcário                                                           | 3,07 a            | 2,39 a | 1,79  | 1,61  |
| DMS                                                                    | 0,31              | 0,45   | 0,40  | 0,65  |
| C.V%                                                                   | 2,10              | 2,40   | 2,97  | 2,07  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |        |       |       |
| 0                                                                      | 2,97              | 2,14   | 1,61  | 1,50  |
| 40                                                                     | 3,02              | 2,32   | 2,18  | 1,61  |
| 80                                                                     | 2,65              | 1,98   | 1,26  | 1,22  |
| DMS                                                                    | 0,83              | 0,89   | 1,07  | 0,72  |
| C.V%                                                                   | 1,34              | 2,02   | 1,87  | 3,07  |
| <b>Interação C.S x D.P</b>                                             | ns                | ns     | ns    | ns    |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i>                |                   |        |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |        |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 2,76              | 2,45   | 1,74  | 1,19  |
| Com Calcário                                                           | 3,12              | 2,71   | 1,57  | 1,42  |
| DMS                                                                    | 0,50              | 0,68   | 0,60  | 0,40  |
| C.V%                                                                   | 2,94              | 2,82   | 3,48  | 2,80  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |        |       |       |
| 0                                                                      | 3,14              | 2,71   | 1,76  | 1,41  |
| 40                                                                     | 2,65              | 2,36   | 1,60  | 1,26  |
| 80                                                                     | 3,04              | 2,68   | 1,60  | 1,25  |
| DMS                                                                    | 1,17              | 1,10   | 1,26  | 0,98  |
| C.V%                                                                   | 2,09              | 2,89   | 2,78  | 1,93  |
| <b>Interação C.S x D.P</b>                                             | ns                | ns     | ns    | ns    |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5%. ns – não significativo.

#### 4.3.7 Cálcio e Magnésio trocável

Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) para os fatores doses de fósforo e a interação calagem superficial x doses de fósforo em cobertura nas três épocas de amostragem realizadas. Contudo, houve efeito significativo ( $P<0,05$ ) do fator calagem superficial no aumento dos teores de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  na profundidade de 0-5 cm nas três épocas de amostragem do solo (Tabela 18 e 19).

O efeito da calagem superficial nos aumentos significativos dos teores de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  trocáveis somente na camada superficial do solo (0-5 cm) pode ser explicada pelo fato do calcário não ter sido incorporado no solo, entrando em contato apenas com o pequeno volume da camada de 0-5 cm do solo. Rheinheimer et al. (2000) e Kaminski et al. (2005), aplicando o calcário em superfície no sistema de plantio direto verificaram que o  $\text{Ca}^{+2}$  e o  $\text{Mg}^{+2}$  trocável aumentaram significativamente na profundidade de 10 cm somente 7 anos após a calagem superficial. Isso significa que o calcário aplicado superficialmente continua reagindo em superfície, entretanto parte substancial dos compostos de solubilização do corretivo acaba sofrendo uma movimentação vertical atuando em profundidade (LIMA, 2004). Porém a movimentação dos produtos da solubilização do calcário dependem do poder tampão dos solos, da quantidade de calcário aplicada e o tempo suficiente para que ocorra a movimentação vertical no perfil do solo.

Assim, no caso específico do solo deste experimento é possível que ao longo do tempo ocorra o efeito desejado da calagem superficial no aumento dos teores de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  trocáveis nas profundidades abaixo de 5 cm do solo.

Os teores de cálcio trocável em todas as profundidades estudadas apresentavam teores considerados de médio a alto. O teor de cálcio trocável no solo é classificado quanto à disponibilidade para as plantas em três classes: baixo ( $0,0 - 3,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), médio ( $3,1 - 7,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e alto acima de  $7,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

Os teores de  $\text{Mg}^{+2}$  trocável no perfil do solo foram considerados de média a alta disponibilidade para as plantas nas três épocas de amostragens com teores acima de  $4,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm (VAN RAIJ et al, 1997).

TABELA 18 - Teores de cálcio trocável em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.

| FATORES                                                                | Profundidade (cm) |       |       |       |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|
|                                                                        | 0-5               | 5-10  | 10-20 | 20-40 |
| -----mmolc dm <sup>-3</sup> -----                                      |                   |       |       |       |
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>                    |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 22,78 b           | 19,17 | 18,18 | 15,17 |
| Com Calcário                                                           | 25,38 a           | 20,03 | 17,14 | 16,17 |
| DMS                                                                    | 2,40              | 2,01  | 3,51  | 2,97  |
| C.V%                                                                   | 20,49             | 16,17 | 19,71 | 28,35 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                                      | 26,39             | 21,44 | 18,90 | 19,34 |
| 40                                                                     | 22,02             | 20,16 | 16,01 | 13,45 |
| 80                                                                     | 23,83             | 21,71 | 18,06 | 14,21 |
| DMS                                                                    | 15,13             | 10,93 | 11,83 | 14,41 |
| C.V%                                                                   | 14,58             | 13,51 | 10,96 | 10,15 |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                                           | ns                | ns    | ns    | ns    |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>                  |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 23,53 b           | 22,34 | 17,52 | 13,43 |
| Com Calcário                                                           | 26,06 a           | 23,27 | 18,92 | 12,78 |
| DMS                                                                    | 2,49              | 4,61  | 4,50  | 3,22  |
| C.V%                                                                   | 6,52              | 9,49  | 10,59 | 12,74 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                                      | 26,14             | 22,52 | 18,09 | 14,30 |
| 40                                                                     | 24,06             | 24,61 | 18,22 | 12,50 |
| 80                                                                     | 24,19             | 21,28 | 18,35 | 12,51 |
| DMS                                                                    | 6,81              | 9,50  | 9,82  | 8,38  |
| C.V%                                                                   | 7,04              | 7,70  | 7,94  | 7,84  |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                                           | ns                | ns    | ns    | ns    |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i>                |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 18,43 b           | 16,67 | 10,85 | 7,03  |
| Com Calcário                                                           | 23,17 a           | 15,89 | 13,00 | 7,20  |
| DMS                                                                    | 3,87              | 3,55  | 2,36  | 4,08  |
| C.V%                                                                   | 10,29             | 14,61 | 14,91 | 15,00 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                                      | 21,41             | 15,96 | 12,78 | 10,59 |
| 40                                                                     | 19,88             | 14,11 | 11,86 | 8,34  |
| 80                                                                     | 21,11             | 18,76 | 12,78 | 6,94  |
| DMS                                                                    | 10,32             | 12,02 | 2,38  | 11,18 |
| C.V%                                                                   | 6,81              | 6,71  | 5,48  | 11,93 |
| <b>Interação C.S. x D.P.</b>                                           | ns                | ns    | ns    | ns    |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5%. ns – não significativo.

TABELA 19 - Teores de magnésio trocável em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.

| FATORES                                                                | Profundidade (cm) |       |       |       |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|
|                                                                        | 0-5               | 5-10  | 10-20 | 20-40 |
| -----mmolc dm <sup>-3</sup> -----                                      |                   |       |       |       |
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>                    |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 24,37 b           | 19,65 | 19,06 | 17,10 |
| Com Calcário                                                           | 27,33 a           | 23,10 | 19,58 | 16,90 |
| DMS                                                                    | 2,50              | 4,18  | 2,02  | 4,33  |
| C.V%                                                                   | 6,37              | 18,08 | 15,90 | 12,20 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                                      | 26,21             | 21,12 | 15,62 | 16,50 |
| 40                                                                     | 23,81             | 22,21 | 20,92 | 17,40 |
| 80                                                                     | 27,52             | 20,79 | 21,41 | 17,10 |
| DMS                                                                    | 3,91              | 5,93  | 14,46 | 10,26 |
| C.V%                                                                   | 25,14             | 21,18 | 3,68  | 9,15  |
| <b>Interação C.S x D.P</b>                                             | ns                | ns    | ns    | ns    |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>                  |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 13,16 b           | 11,77 | 9,82  | 7,88  |
| Com Calcário                                                           | 17,16 a           | 12,87 | 10,84 | 8,40  |
| DMS                                                                    | 2,54              | 3,82  | 1,90  | 4,43  |
| C.V%                                                                   | 18,09             | 7,66  | 11,07 | 12,95 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                                      | 15,02             | 12,65 | 10,14 | 12,09 |
| 40                                                                     | 14,60             | 11,51 | 11,39 | 9,30  |
| 80                                                                     | 15,85             | 12,79 | 9,46  | 7,10  |
| DMS                                                                    | 4,20              | 5,45  | 6,29  | 7,89  |
| C.V%                                                                   | 18,19             | 8,93  | 5,78  | 12,19 |
| <b>Interação C.S x D.P</b>                                             | ns                | ns    | ns    | ns    |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i>                |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 8,17 b            | 6,17  | 4,70  | 5,54  |
| Com Calcário                                                           | 11,72 a           | 6,22  | 4,85  | 5,12  |
| DMS                                                                    | 3,50              | 1,81  | 1,62  | 2,18  |
| C.V%                                                                   | 5,63              | 10,55 | 4,93  | 10,66 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                                      | 11,90             | 6,66  | 4,56  | 6,02  |
| 40                                                                     | 8,76              | 6,65  | 5,49  | 4,85  |
| 80                                                                     | 9,16              | 5,28  | 4,29  | 5,12  |
| DMS                                                                    | 3,84              | 5,34  | 2,29  | 5,05  |
| C.V%                                                                   | 8,96              | 6,05  | 5,80  | 7,57  |
| <b>Interação C.S x D.P</b>                                             | ns                | ns    | ns    | ns    |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5%. ns – não significativo.



#### 4.3.8 Saturação por bases

Quanto à saturação por bases não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) para o fator doses de fósforo em cobertura e a interação calagem superficial x doses de fósforo no perfil do solo, nas três épocas de amostragens realizadas (Tabela 20). Para o efeito isolado da calagem superficial, observou-se efeito significativo ( $P<0,05$ ) na profundidade 0-5 cm nas três épocas de amostragem, não havendo efeito da calagem nas demais profundidades do solo.

O aumento da saturação por bases somente na camada superficial do solo deve-se ao fato da zona de aplicação do calcário ter sido concentrada nesta camada, promovendo conseqüentemente redução da acidez ativa do solo e do alumínio trocável e a elevação dos teores de cátions básicos.

Na Figura 16 é apresentada a correlação existente entre pH do solo e saturação por bases, onde observa-se uma correlação positiva entre pH e V%, que significa que elevando-se pH do solo, conseqüentemente há uma elevação da saturação por bases do solo.

Utilizando todos os valores de V% utilizados neste experimento, observou-se uma correlação positiva, apesar dos baixos valores de coeficientes de correlação estarem próximo de 50%, entretanto todos estes foram significativos a 5% confirmando que havendo um aumento do pH haverá também um elevação dos valores de saturação por bases, concordando com trabalhos existentes na literatura (CATANI; GALLO, 1955; VAN RAIJ et al., 1968).

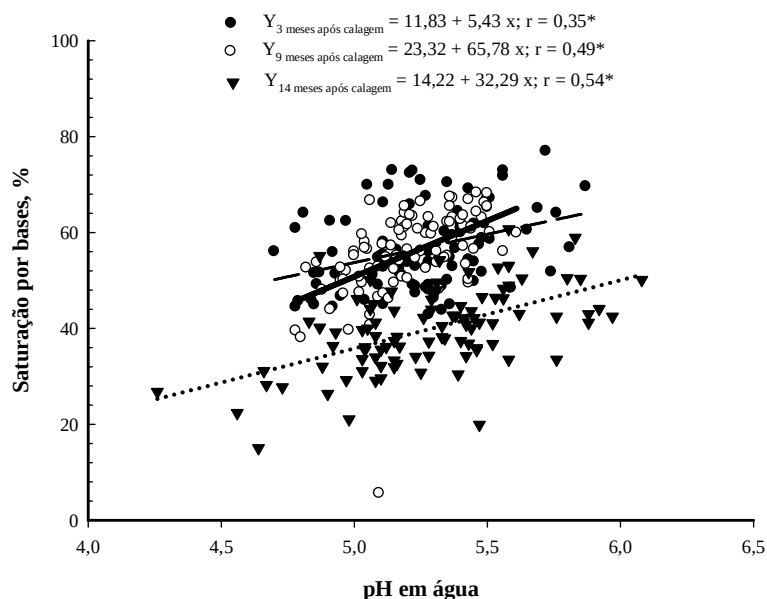


Figura 16 - Saturação por bases do solo em função do pH em água após aplicação de calcário em três épocas de amostragem em pastagem com capim-marandu. \*  $P < 0,01$ . Total de 96 observações.

A saturação por bases nos três períodos de amostragem realizados, apresentaram valores considerados médio a alto, considerando a classificação de Van Raij et al. (1997), que classifica os valores de V% em muito baixo (0 – 25), baixo (26 – 50) e médio (51 – 70), alto (71 – 90) e muito alto acima de 90%. Pode-se observar que até 10 cm de profundidade, os valores de V% estavam na faixa de 43 a 47% consideradas adequadas para a máxima produção de forragem de capim-marandu (PREMAZZI; MATTOS, 2002).

TABELA 20 - Valores de saturação por bases em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.

| FATORES                                                         | Profundidade (cm) |       |       |       |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|
|                                                                 | 0-5               | 5-10  | 10-20 | 20-40 |
| -----mmolc dm <sup>-3</sup> -----                               |                   |       |       |       |
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>             |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                    | 58,67 b           | 56,82 | 55,19 | 50,53 |
| Com Calcário                                                    | 61,79 a           | 58,31 | 55,91 | 52,11 |
| DMS                                                             | 2,95              | 5,09  | 1,65  | 1,85  |
| C.V%                                                            | 18,89             | 11,35 | 11,90 | 13,79 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                               | 55,33             | 58,00 | 54,59 | 49,98 |
| 40                                                              | 59,89             | 58,55 | 55,47 | 51,39 |
| 80                                                              | 63,24             | 61,36 | 59,50 | 52,57 |
| DMS                                                             | 17,24             | 10,32 | 10,32 | 10,85 |
| C.V%                                                            | 9,47              | 9,29  | 10,16 | 12,52 |
| <b>Interação C.S x D.P</b>                                      | ns                | ns    | ns    | ns    |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>           |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                    | 54,52 b           | 53,16 | 52,53 | 51,16 |
| Com Calcário                                                    | 59,69 a           | 54,53 | 52,34 | 51,69 |
| DMS                                                             | 7,13              | 2,56  | 5,13  | 8,90  |
| C.V%                                                            | 11,31             | 11,53 | 15,36 | 29,70 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                               | 54,46             | 55,20 | 56,47 | 47,37 |
| 40                                                              | 57,44             | 55,29 | 57,73 | 54,10 |
| 80                                                              | 59,41             | 55,55 | 56,62 | 54,83 |
| DMS                                                             | 9,90              | 9,79  | 13,41 | 24,33 |
| C.V%                                                            | 13,53             | 5,02  | 9,77  | 18,05 |
| <b>Interação C.S x D.P</b>                                      | ns                | ns    | ns    | ns    |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i>         |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                    | 40,52 b           | 39,69 | 36,13 | 31,40 |
| Com Calcário                                                    | 51,28 a           | 41,48 | 36,19 | 31,98 |
| DMS                                                             | 5,40              | 2,99  | 6,20  | 5,73  |
| C.V%                                                            | 9,63              | 20,32 | 18,42 | 36,87 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                               | 43,94             | 37,39 | 37,88 | 30,67 |
| 40                                                              | 46,31             | 41,81 | 38,55 | 33,92 |
| 80                                                              | 47,45             | 42,54 | 41,05 | 36,50 |
| DMS                                                             | 6,77              | 12,64 | 11,06 | 19,05 |
| C.V%                                                            | 12,76             | 8,00  | 16,29 | 18,42 |
| <b>Interação C.S x D.P</b>                                      | ns                | ns    | ns    | ns    |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5%. ns – não significativo.

#### 4.3.9 Saturação por Alumínio (m%)

Quanto aos valores de saturação por alumínio no perfil do solo, nas três épocas de amostragens realizadas, não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) para o fator isolado de doses de fósforo em cobertura e a interação calagem superficial x doses de fósforo (Tabela 21). Entretanto houve diferença significativa para o fator calagem superficial nos valores de m% somente na profundidade de 0-5 cm na segunda e terceira amostragem do solo, indicando que os produtos da dissolução do calcário foram efetivos na neutralização do  $Al^{+3}$  trocável nesta camada, devendo-se ressaltar que o fato do calcário não ter sido incorporado no solo não influenciou a neutralização de  $Al^{+3}$  nas demais profundidades do solo.

Embora não tendo ocorrido efeito significativo da calagem superficial nas profundidades abaixo de 5 cm, como pode ser observado na Figura 17, os valores de saturação por alumínio em todas as profundidades, nos três períodos de amostragem encontravam-se na faixa de muito baixo (<15%) a baixo (15,1 a 30%) quanto aos limites de interpretação de toxidez as plantas (Alvarez et al., 1999), permitindo afirmar que a saturação por alumínio observada no experimento não foi limitante para o crescimento e desenvolvimento da pastagem com capim-marandu.

Pode-se observar, que independentemente da época de amostragem e do tratamento aplicado, observou-se que com a elevação do pH do solo ocorreu uma redução na saturação de alumínio, pois com o aumento do pH do solo, ânions como o bicarbonato  $HCO_3^-$  e  $OH^-$  reagem com  $Al^{+3}$  da solução do solo, precipitando-o em formas insolúveis, diminuindo portanto o teor deste elemento no complexo de troca (WEST; MCBRIDE, 2005; CAIRES et al., 2008).

TABELA 21 - Valores de saturação por alumínio em quatro profundidades do solo submetido à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo em pastagem com capim-marandu em três épocas de amostragem.

| FATORES                                                                | Profundidade (cm) |       |       |       |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|
|                                                                        | 0-5               | 5-10  | 10-20 | 20-40 |
| -----mmolc dm <sup>-3</sup> -----                                      |                   |       |       |       |
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>                    |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 3,94              | 4,51  | 5,80  | 7,84  |
| Com Calcário                                                           | 3,22              | 4,20  | 5,52  | 6,98  |
| DMS                                                                    | 0,75              | 1,56  | 1,76  | 2,85  |
| C.V%                                                                   | 13,19             | 15,85 | 17,08 | 15,94 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                                      | 3,43              | 4,42  | 5,72  | 5,50  |
| 40                                                                     | 3,88              | 4,17  | 5,66  | 9,53  |
| 80                                                                     | 3,44              | 4,48  | 5,60  | 7,20  |
| DMS                                                                    | 1,82              | 2,47  | 3,38  | 4,08  |
| C.V%                                                                   | 9,22              | 16,19 | 13,73 | 18,80 |
| <b>Interação C.S x D.P</b>                                             | ns                | ns    | ns    | ns    |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>                  |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 5,77 a            | 6,78  | 8,20  | 13,42 |
| Com Calcário                                                           | 3,74 b            | 5,33  | 6,76  | 11,72 |
| DMS                                                                    | 1,28              | 2,38  | 1,98  | 5,37  |
| C.V%                                                                   | 13,01             | 25,71 | 24,59 | 16,95 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                                      | 4,06              | 6,22  | 7,14  | 10,56 |
| 40                                                                     | 4,55              | 5,31  | 6,69  | 14,27 |
| 80                                                                     | 5,65              | 6,64  | 8,61  | 12,89 |
| DMS                                                                    | 2,14              | 5,32  | 6,56  | 6,48  |
| C.V%                                                                   | 11,78             | 16,96 | 11,38 | 22,98 |
| <b>Interação C.S x D.P</b>                                             | ns                | ns    | ns    | ns    |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i>                |                   |       |       |       |
| <b>Calagem Superficial (C.S.)</b>                                      |                   |       |       |       |
| Sem Calcário                                                           | 5,91 a            | 8,08  | 13,99 | 14,72 |
| Com Calcário                                                           | 4,24 b            | 7,82  | 13,10 | 14,78 |
| DMS                                                                    | 1,73              | 1,54  | 3,05  | 6,17  |
| C.V%                                                                   | 12,32             | 22,13 | 26,17 | 18,07 |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) (D.P.)</b> |                   |       |       |       |
| 0                                                                      | 4,67              | 7,99  | 11,54 | 15,36 |
| 40                                                                     | 5,10              | 7,44  | 10,90 | 18,75 |
| 80                                                                     | 5,46              | 8,42  | 13,70 | 18,15 |
| DMS                                                                    | 2,22              | 5,89  | 9,83  | 11,07 |
| C.V%                                                                   | 14,61             | 9,20  | 12,99 | 16,88 |
| <b>Interação C.S x D.P</b>                                             | ns                | ns    | ns    | ns    |

Médias dentro de cada fator com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5%. ns – não significativo.

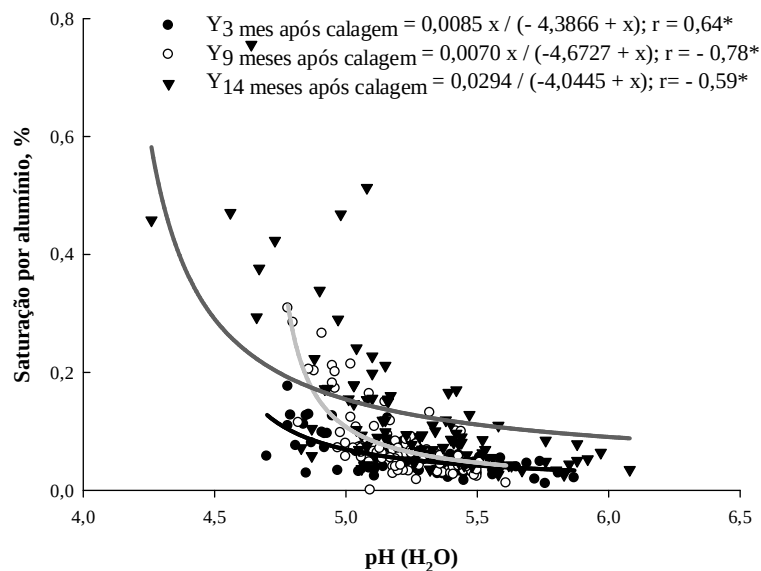


FIGURA 17 - Saturação por alumínio trocável solo em função do pH em água da solução do solo após aplicação de calcário em três épocas de amostragem em pastagem com capim-merandu. \*  $P < 0,01$ . Total de 96 observações.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, a aplicação de calcário como corretivo do solo em pastagem após corte e queima da floresta pode ser uma prática desnecessária, desde que os níveis de Ca e Mg no solo estejam adequados e os níveis de alumínio baixos.

A utilização da adubação nitrogenada pode ser uma alternativa estratégica no manejo da fertilidade do solo para promover aumento da produção e qualidade nutricional do pasto.

Como o solo apresenta boa fertilidade do solo, disponibilizando os nutrientes em quantidade satisfatória para a pastagem, deve-se atentar para outros fatores para manter a pastagem produtiva, como ajustar a carga animal adequadamente com a oferta de forragem disponível, considerando o tempo e altura de pastejo e os resíduos de forragem, empregando-os nos diferentes métodos de pastejo, tanto em contínuo como em rotacionado.

## 6 CONCLUSÃO

Nas condições específicas em que se desenvolveu o presente trabalho, em pastagem renovada de capim-marandu, onde independente dos tratamentos aplicados os teores de Ca, Mg e K trocáveis foram considerados adequados e os teores de Al e o valor de saturação por alumínio não foram limitantes ao crescimento de pastagem:

- Não houve aumento na produção de forragem de capim-marandu submetida à calagem superficial e adubação fosfatada.
- A absorção de macronutrientes, de maneira geral, não foi influenciada significativamente pela calagem superficial e adubação fosfatada.
- A atuação isolada da calagem superficial na modificação dos atributos químicos do solo foi mais efetiva na camada de 0-5 cm de profundidade, praticamente não interferindo nas outras variáveis estudadas.



## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; MAFRA, A. L.; FONTANA, E. C. Aplicação de calcário e fósforo e estabilidade da estrutura de um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 799-806, 2003.

ALCARDE, J.C. **Corretivos da acidez dos solos**: características e interpretações. São Paulo, ANDA, 2005, 24p. (ANDA, Boletim Técnico, 6).

\_\_\_\_\_; RODELLA, A.A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A. S.; ALVARES V., V.H., (ed). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa, Sociedade brasileira de Ciência do Solo, 2003. p.291-334.

\_\_\_\_\_. Características de qualidade dos corretivos da acidez do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE "ACIDEZ E CALAGEM", REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 15., Campinas, 1983; **Anais...** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p. 11-23.

ALVARES, V. H.; NOVAES, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.

ALVAREZ, E.; VIADÉ, A.; FERNÁNDEZ-MARCOS, M. L. Effect of liming with different sized limestone on the forms of aluminium in a Galician soil (NW Spain). **Geoderma**, n. 152, p. 1-8, 2009.

ALVES, A. G. C.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Comparação entre os métodos da transeção linear e fotográfico na avaliação de cobertura vegetal morta, sob dois métodos de preparo, após a colheita da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.491-496, 1998.

ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F. Recuperação da produtividade de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv Marandu com adubação nitrogenada e fosfatada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM

ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B.; CAMPOS, P. R. S. S. Melhoramento genético de plantas forrageiras tropicais no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, p. 61-76, 2008.

ARMSTRONG, W.; BRÄNDLE, R.; JACKSON, M. B. Mechanisms of flood tolerance in plants. **Acta Botanica Neerlandica**. v.43, p.307-358, 1994.

BITTENCOURT, P. C. S.; VEIGA, J. B. Avaliação das pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em propriedades leiteiras de Uruará, região transamazônica, Pará, Brasil. **Pasturas tropicales**, v. 23, n. 2, p. 1-8, 2000.

CAIRES, E. F.; GARBUIO, F. J.; CHURKA, S.; BARTH, G.; CORRÊA, J. C. L. Effects of soil acidity amelioration by surface liming on no-till corn, soybean, and wheat root growth and yield. **European Journal of Agronomy**, v. 28, p. 57-64, 2008.

\_\_\_\_\_.; BANZATTO, D. A.; FONSECA, A. F. Calagem na superfície em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 161-169, 2000.

\_\_\_\_\_.; FONSECA, A. F. Absorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema plantio direto em função da calagem na superfície. **Bragantia**, v. 59, n. 2, p. 213-220, 2000.

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; MENDES, J.; CHUEIRI, W.A.; MADRUGA, E.F. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 23:315-327, 1999.

CAMARGO, O.A. de; CASTRO, O.M. de; VIEIRA, S.R; QUAGGIO, J.A. Alteração de atributos químicos do horizonte superficial de um latossolo e um podzólico com a calagem. **Scientia Agricola**, v. 54, n. 1-2, p. 1-8, 1997.

CAMPO – CIA PROMOÇÃO AGRÍCOLA. **Levantamento dos Recursos Naturais – APA do Gelado**. Brasília, 1999. v.1 306p.

CARNEIRO, J. C.; WENDLING, I. J.; VALENTIM, J. J. **Introdução e avaliação de *Brachiaria* spp., nas condições edafoclimáticas do acre.**, 1998, EMBRAPA: CPAA, ACRE.

CARRIEL, J. M.; MONTEIRO.; COLOZZA, M. T. Calagem num Podzólico Vermelho-Amarelo para o cultivo de três gramíneas forrageiras. **Boletim de Indústria Animal**, v. 52, n. 1. p. 1-8, 1995.

CATANI, R.A., GALLO, J.R. Avaliação da exigência de calcário dos solos do Estado de São Paulo, mediante correlação entre pH e a porcentagem de saturação em bases. **Revista de Agricultura**, v.30, n.1/3, p.49-60, 1955.

CECATO, U.; PEREIRA, L. A. F.; JOBIM, C. C. et al. Influência das adubações nitrogenadas e fosfatadas sobre a composição químico-bromatológica do capim Marandu ("*Brachiaria brizantha*" (Hochst) Sapf cv. Marandu). **Acta Scintiarum**, v.26, n. 3, p. 409-416, 2004.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. **Recomendação de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3 ed. 5 impressão, Pelotas, SBCS – Núcleo Regional Sul, 2000. 224p.

CORRÊA, J. C.; BÜLL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C.; FERNANDES, D. M.; PERES, M. G. M. Aplicação superficial de diferentes fontes de corretivos no crescimento radicular e produtividade da aveia preta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. , p. 1583 – 1590, 2008.

CORRÊA, L. A.; HAAG, H. P. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras em latossolo vermelho-amarelo, álico: I: ensaio de casa de vegetação. **Scientia agrícola**, v. 50, n. 1, p. 99-108, 1993.

COSTA, N. L.; GONÇALVES, C. A.; BOTELHO, S. M.; OLIVEIRA, J. R. C. Níveis de calagem e fósforo na formação de pastagens de *Brachiaria humidicola* em Rondônia. Belém: UEAPA-Embrapa, 1989. 5 p. (Comunicado Técnico, 82).

COSTA, N. A.; MOURA CARVALHO, L. O. D.; TEIXEIRA, L. B. Sistema de manejo das pastagens cultivadas. In: COSTA, N. A.; MOURA CARVALHO, L. O. D.; TEIXEIRA, L. B.; SIMÃO NETO, M. (Eds.). **Pastagens cultivadas na Amazônia**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p. 36-50.

COSTA, N. L.; PAULINO, V. T.; RODRIGUES, A. N. A. Respostas de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu à adubação fosfatada. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2003. 3 p. (Comunicado Técnico, 264).

COSTA, K. A. P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P.; CUSTÓDIO, D. P.; SILVA, D. C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6. n. 3, p. 187-193, 2005.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. F. (Eds). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. cap. 4, p. 91-132.

DEFELIPO, B. V. Reação do solo / correção da acidez do solo. In: **SOL-370: química e fertilidade do solo**. Viçosa (MG), Universidade Federal de Viçosa, 1990. p.73-117.

DIAS-FILHO, M. B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 3 ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007.

\_\_\_\_\_. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 2 ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

\_\_\_\_\_. Degradação de pastagens: processo, causas e estratégias de recuperação. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 152p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa – CNPS, 2006. 306 p.

\_\_\_\_\_. **Manual de métodos e análises de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa – CNPS, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Projeto de melhoramento de pastagem da Amazônia Legal – PROPASTO. Belém: Embrapa-CPATU, 1980. 240 p. (Relatório Técnico 1976/1979).

ERNANI, P. R.; NASCIMENTO, J. A. L.; CAMPOS, M. L.; CAMILLO, R. J. Influência da combinação de fósforo e calagem no rendimento de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24 n. 3, p. 537-544, 2000.

EUCLIDES, V. P. B. Produção de carne em pasto. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 3, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: NEFOR, 20002. p. 145-192.

FERNANDES, A. R.; LINHARES, L. C. F.; MORAIS, F. I. O.; SILVA, G. R. da. Características químicas do solo, matéria seca e acumulação de minerais nas raízes de adubos verdes, em resposta ao calcário e ao fósforo. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 40, p. 45-54, 2003.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema de análise de variância. Versão 5.0. Lavras: UFLA/DEX, 2007. Disponível em: <<http://www.ufla.br>>. acesso em 10 dezembro 2009.

FRANCHINI, J. C. et al. Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por métodos biológico. **Scientia Agricola.**, v. 58, p. 357-360, 2001.

GAMA, J. R. N. F.; KIEHL, J. C. Influência do alumínio de um podzólico vermelho-amarelo do acre sobre o crescimento das plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 2, 1999.

GÓES, J. E. M. **Efeito de diferentes níveis de N-P-K e calagem na pastagem de Brachiário (*Brachiaria brizantha*) cultivada em Argissolo amarelo**. 2000. 86p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém. 2000.

GONÇALVES, C. A.; LEONIDAS, F. C.; SALGADO, L. T. Níveis crescentes de calcário no rendimento de quicuí-da-amazônia em solos de Rondônia (*Brachiaria humidicola*). Porto Velho: Embrapa-UEPAE, 1984. 8p (Comunicado Técnico, 32).

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**: resultados preliminares. Rio de Janeiro, 2006. 146 p.

KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. S.; GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G.; SILVA, L. S. Eficiência da calagem superficial e incorporada precedendo o sistema plantio direto em um Argissolo sob pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 573-580, 2005.

LEITE, G. H. M. N.; ELTZ F. L. F.; AMADO, T. J. C.; COGO, N. P. Atributos químicos e perfil de enraizamento de milho influenciados pela calagem em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 4, p. 685-683, 2006.

LHENMANN, J.; CRAVO, M. S.; MACÊDO, J. L. V.; MOREIRA, A.; SCHROTH, G. Phosphorus management for perennial crops in central Amazonian upland soils. **Plant and Soil**, v. 237, p. 309-319, 2001

LIMA, E. V. **Plantas de cobertura e calagem superficial na fase de implantação do sistema de plantio direto em região de inverno seco**. 2004. 124f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

LIMA, E.V.; TAVARES, J.C.S.; SOUZA, C.R.; RODRIGUES, L. S.; VARELLA, M. B. Segregação física da mistura de sementes de *Brachiaria brizantha* com fertilizante NPK na simulação de semeadura com matraca, visando o estabelecimento da integração agricultura-pecuária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 17., Congresso Internacional de Zootecnia, 9., 2007, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: UEL/ABZ, 2007 (CD-ROM).

LOBATO, E.; KORNELIUS, E.; SANZONOWICZ, C. Adubação fosfatada em pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de. **Pastagens fundamentos da exploração racional**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 155-188.

LUZ, P. H. de C.; HERLING, V. R.; BRAGA, G. J.; OLIVEIRA, P. P. A. Uso da calagem na recuperação e manutenção da produtividade das pastagens. In: PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: Fertilidade do solo para pastagens produtivas; 21., 2004. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 63-100.

MACEDO, M.C.M. Adubação fosfatada em pastagens cultivadas com ênfase na região dos Cerrados. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. (ed.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafos, 2004. p.359-400.

MACIEL, G. A.; COSTA, S. E. G. V. A.; FURTINI NETO, A. E. FERREIRA, M. M.; EVANGELISTA, A. R. Efeito de diferentes fontes de fósforo na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cultivada em dois tipos de solo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 227-233, 2007.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997, 319p.

\_\_\_\_\_. **ABC da adubação**. Ed. Agrônoma Ceres, 1989, 292p.

\_\_\_\_\_. **Seminário sobre corretivos agrícolas**. Campinas, Fundação Cargill, 1985. 367p.

\_\_\_\_\_. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo. Ed Agronômica Ceres, 1980, 251p.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; SANTOS, J.C.F. Effects of addition of crop residues on the leaching of Ca and Mg in Oxisols. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANTSOIL INTERACTIONS AT LOW pH, 4., Belo Horizonte, 1996. **Abstracts...** Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ EMBRAPA-CPAC, 1996. p.8.

MONTEIRO, F.A; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, D. D.; ABREU, J. B. R.; DAIUB, J. A. S.; DA SILVA, J. E. P.; NATALE, W. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Scientia. Agricola**, vol.52, n.1, p. 135-141, 1995.

NOVAIS, R. F.; SMITH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, UFV, 399p, 1999.

OLIVEIRA, I. P.; COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; MACIEL, G. A.; NEVES, B. P.; MACHADO, E. L. Efeitos de fontes de cálcio no desenvolvimento de gramíneas solteiras e consorciadas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 592-598, 2009.

\_\_\_\_\_.; CUNHA, R.; SANTOS, R. S. M.; FARIA, C. D.; CUNHA, G. F. Efeito da correção da fertilidade do solo no desenvolvimento da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Latossolo com diferentes níveis históricos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 30, n. 1, p. 57-64, 2000.

OLIVEIRA, P. P. A.; OLIVEIRA, W. S. O.; CORSI, M. Efeito residual de fertilizantes fosfatados solúveis na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 26., 2004, cidade, **Anais...**cidade: organizador, 2004 (CD-ROM).

OLIVEIRA, E.L.; PAVAN, M.A. Control of soil acidity in no-tillage system for soybean production. **Soil Tillage Research**, v. 38, p. 47- 57, 1996.



PAULINO, V. T.; COSTA, N. L.; LUCENA, M. A. C.; SCHAMMAS, E. A.; FERRARI JR, E. Resposta de *Brachiaria brizantha* cv Marandu a calagem e a fertilização fosfatada em um solo ácido. **Pasturas Tropicais**, v. 16, n. 2, p. 34-40, 1994.

PAVAN, M.A. Movimentação de calcário no solo através de técnicas de manejo da cobertura vegetal em pomares de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 16, p. 86-91, 1994.

PEDREIRA, C. G. S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. p. 100-150. In: M. V. Batista et al. (Ed.). REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., **Anais...** Recife, 2002. Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.

POTTKER, D.; BEN, J.R. Calagem para uma rotação de culturas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 675-684, 1998.

PREMAZZI, L. M.; MATTOS, H. B. Saturação por bases como critério para recomendação de calagem em duas espécies de gramíneas tropicais. **Boletim de Indústria animal**, v. 59, n. 2, p. 125-136, 2002.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo – POTAFOS, 343p., 1991.

\_\_\_\_\_. **Avaliação da fertilidade do solo**. T. Yamada (ed.), Piracicaba-SP, Instituto da Potassa e Fosfato, 1981. p.142.

\_\_\_\_\_; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1997, (Boletim Técnico, 100).

\_\_\_\_\_; SACCHETTO, M.T.D., IGUE, T. Correlações entre pH e grau de saturação em bases nos solos com horizontes B textural e horizonte B latossólico. **Bragantia**, v.27, n.17, p.193-200, 1968.

VIEIRA, L. S. **Manual da ciência do solo: ênfase em solos tropicais**. São Paulo. Ed Agronômica Ceres, 1988, 464p.

RHEINHEIMER, D. S.; SANTOS, E. J. S.; KAMINSKI, J.; BORTOLUZZI, E. C.; GATIBONI, L. C. Alterações de atributos do solo pela superficial e incorporada a partir de pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n.4, p. 797-805, 2000a.

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; XAVIER, F. M. Aplicação superficial de calcário no sistema de plantio direto consolidado em solo arenoso. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 263-268, 2000b.

RIZZO, E. A.; MESQUITA, E. E.; MESQUITA, L. P.; SCHENEIDER, F.; NERES, M. A.; ARAÚJO, J. dos S.; RIGOLON, R.; PETRY, L. Teores críticos de fósforo no solo para o estabelecimento de *Panicum maximum* cvs. Mombaça e Tanzânia-1 e *Brachiaria* SP. Híbrido mulato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 16, 2006,. **Anais...** Recife: Associação Brasileira de Zootecnia, 2006 (CD-ROM).

RODRIGUES, R. C.; MATTOS, H. B.; PLESE, L. P. M.; PEREIRA, W. L. M.; BRENNECKE. Calagem e disponibilidade de nutrientes após a incubação de um Neossolo quartzarênico. **Boletim de Indústria Animal**, v. 61, n. 1, p. 31-38, 2004a.

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; PEREIRA, W. L. M.; ANDREOTTI, N. F.; SANTOS, A. Perfilhamento do capim-braquiária cultivado em solo proveniente de uma pastagem degradada em função de doses de enxofre, nitrogênio e calcário. **Boletim de Indústria Animal**, v. 61, n. 1, p. 39-47, 2004b.

ROSSI, C.; FAQUIN, V.; CURI, N.; EVANGELISTA, A. R. Calagem e fontes de fósforo na produção do braquiarão e níveis críticos de fósforo em amostra de Latossolo dos Campos das Vertentes. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.26, n.6 p.1083-1089, 1997.

SANTOS, I. P. A.; PINTO, J. C.; SIQUEIRA, J. O.; MORAIS, A. R.; SANTOS, C. L. Influência do fósforo, micorriza e nitrogênio no conteúdo de *Brachiaria brizantha* e *Arachis pinto*i consorciados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 605-616, 2002.

SATO, S; COMERFORD, N. B. Influence of soil pH on inorganic phosphorus sorption and desorption in a humid brazilian Ultisol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 29, n. 5 , p. 685-694, 2005.

SANTOS FILHO, L.F. Seed production: perspective from the Brazilian private sector. In: MILES, J.W.; MASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.) **Brachiaria: biology, agronomy and improvement**. Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA CNPQC, 1996, cap.9, p.141-146.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M.; MONNERAT, J. P. I. S.; SILVA, S. P. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 650-656, 2009.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 9, p. 249-254, 1985.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV. 2002. 235p.

SKERMAN, P. J. RIVEIROS, F. **Gramíneas tropicales**. Roma: FAO, 1992. 832 p. (Colección FAO: Producción y Protección Vegetal, 23).

SOARES FILHO, C.V. Recomendação de espécies e variedades de Brachiaria para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS. 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 25-48.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; ANDRIGUETI, M. CAO, E. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em sistema de plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 6, p. 1829-1836, 2009.

SOUSA, D. M. G.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. Manejo da adubação fosfatada em pastagens. In: PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de. Fertilidade do

solo para pastagens produtivas; Simpósio sobre manejo da pastagem. 21., 2004. **Anais...** Piracicaba, 2004. p. 101-138.

SOUZA, D. M.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: UFV, 2007. p. 205-274.

TAVARES, J.C.S.; LIMA, E.V.; AZEVEDO, V.R.; SILVA, E.C.; FERRO, J.P. Fontes e períodos de contato de fertilizantes em sementes de *Brachiaria brizantha*. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRA, 4., SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 10., 2007, Belém. **Trabalho completo...** Belém: UFRA/EMBRAPA-CPATU, 2007 (CD-ROM)

TEIXEIRA, L. B.; SIMÃO NETO, M. Renovação e adubação de pastagens. In: COSTA, N. A. **Pastagens cultivadas na Amazônia**. 1. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p. 113-136.

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; TEIXEIRA NETO, J. F. Pesquisas com pastagens cultivadas na Amazônia. In: COSTA, N. A.; MOURA CARVALHO, L. O. D.; TEIXEIRA, L. B.; SIMÃO NETO, M. (Eds.). **Pastagens cultivadas na Amazônia**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p. 17-35.

TUCCI, C. A. F. **Disponibilidade de fósforo em solos da Amazônia**. 1991. 142f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1991.

VEIGA, J. B.; FALESI, I. C. Adubação e calagem na Amazônia. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., 1985, **Anais...** Nova Odessa: Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e Fósforo, 1986. 476p.

VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M.; SOUZA, F. R. S. de; PEREIRA, W. L. M. Resposta de cultivares de milho à adubação fosfatada em Latossolo Vermelho do sul do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 44, p. 145-156, 2005.

VITTI, G. C.; LUZ, P. H. de C. Calagem e uso de gesso agrícola em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 10., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP/FCAJ, 1997. p.63-111.

VOLPE, E.; MARCHETTI, M. E.; MACEDO, M. C. M.; ROSA JUNIOR, E. J. Renovação de pastagem degradada com calagem, adubação e leguminosa consorciada em Neossolo quartzarênico. **Acta scientiarum**, v. 30, n. 1, p. 131-138, 2008.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N. O.; QUAGGIO, J. A. Forrageiras. In: RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Fundação IAC, 1996. p.263-274 (IAC. Boletim Técnico,100).

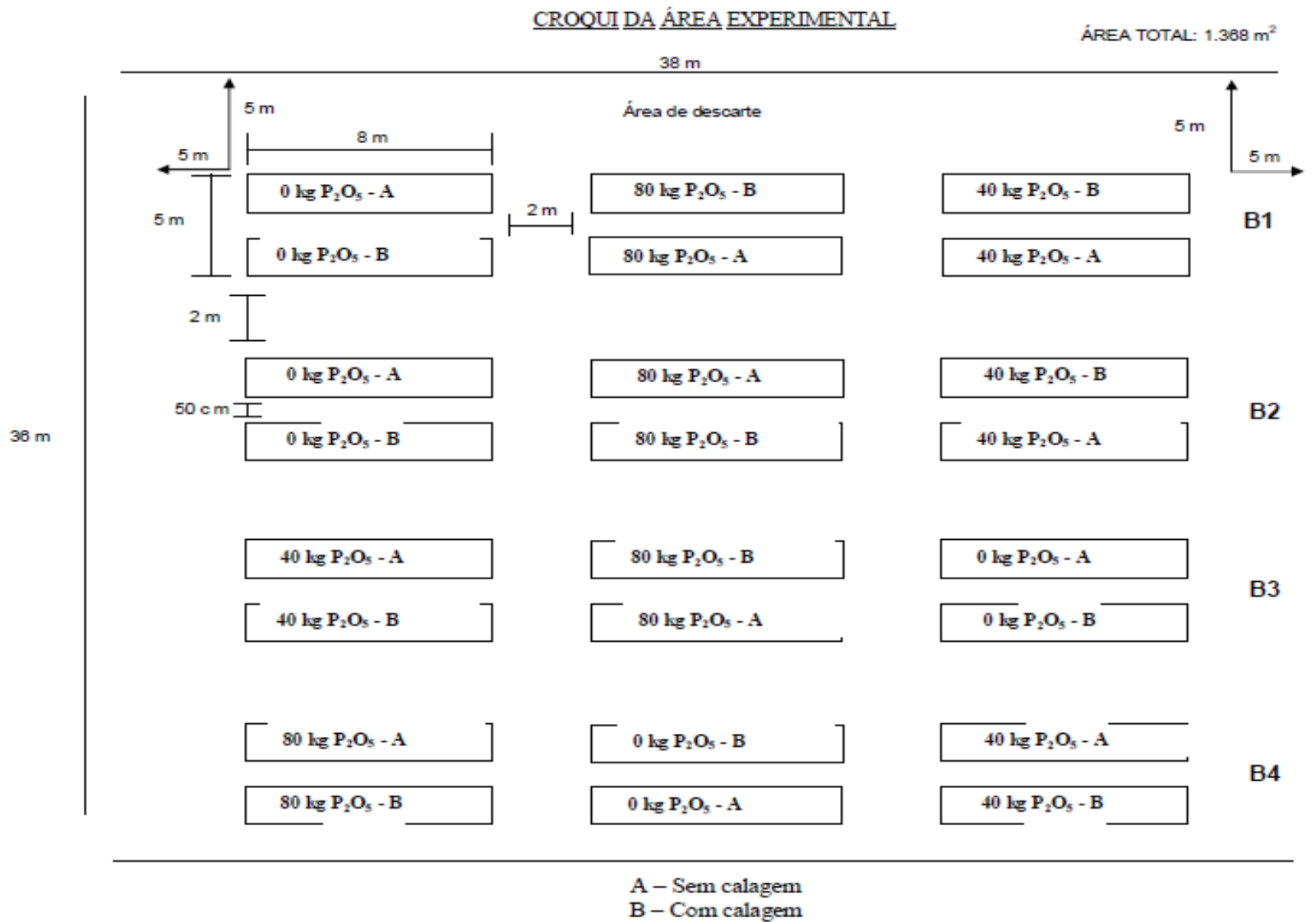
WEST, T. O.; MCBRIDE, A. C. The contribution of agricultural lime to carbon dioxide emissions in the United States: dissolution, transport, and net emissions. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 108, p. 145-154, 2005.

ANDRADE, R. P. de. Tecnologia de produção de sementes de espécie do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM - *Brachiaria*, 11., Piracicaba, 1994. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1994, p. 49- 72.

NUNES, S.G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M.I. de O.; GOMES, D.T. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. 2.ed. Campo Grande, EMBRAPA, CNPGC, 1985. 31p. (EMBRAPA, CNPGC. Documentos, 21).

MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, Brasília, 1995. **Anais**. Brasília: SBZ, 1995. p.28-62.

## **APÊNDICE**



APÊNDICE 1 - Croqui da área experimental em delineamento de blocos casualizados em arranjo de parcelas subdivididas.

APÊNDICE 2 - Valores de F da análise de variância de massa seca de folhas, massa seca de colmos, massa seca total, altura da pastagem e número de perfilhos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| Fatores de Variação                                  | G.L | MSF                | MSC                 | MST                 | ALT                 | PER                |
|------------------------------------------------------|-----|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| <b>1º corte</b>                                      |     |                    |                     |                     |                     |                    |
| <b>Blocos</b>                                        | 3   | 1,64 <sup>ns</sup> | 1,51 <sup>ns</sup>  | 0,48 <sup>ns</sup>  | 13,01 <sup>ns</sup> | 0,35 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>       | 2   | 0,30 <sup>ns</sup> | 8,53*               | 3,47 <sup>ns</sup>  | 0,98 <sup>ns</sup>  | 1,03 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                   | 1   | 0,27 <sup>ns</sup> | 0,14 <sup>ns</sup>  | 0,007 <sup>ns</sup> | 0,93 <sup>ns</sup>  | 4,39 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b> | 2   | 0,10 <sup>ns</sup> | 0,74 <sup>ns</sup>  | 0,15 <sup>ns</sup>  | 0,07 <sup>ns</sup>  | 2,77 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                      | -   | 15,82              | 20,77               | 13,21               | 7,47                | 20,60              |
| <b>C.V% (B)</b>                                      | -   | 10,78              | 18,95               | 12,00               | 6,45                | 9,67               |
| <b>Média</b>                                         | -   | 3.274,60           | 1.690,62            | 4.965,22            | 81,03               | 795,56             |
| <b>2º corte</b>                                      |     |                    |                     |                     |                     |                    |
| <b>Blocos</b>                                        | 3   | 0,23 <sup>ns</sup> | 0,21 <sup>ns</sup>  | 0,13 <sup>ns</sup>  | 0,72 <sup>ns</sup>  | 1,32 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>       | 2   | 0,28 <sup>ns</sup> | 0,66 <sup>ns</sup>  | 0,29 <sup>ns</sup>  | 0,04 <sup>ns</sup>  | 0,66 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                   | 1   | 0,10 <sup>ns</sup> | 0,24 <sup>ns</sup>  | 0,19 <sup>ns</sup>  | 0,42 <sup>ns</sup>  | 0,08 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b> | 2   | 0,39 <sup>ns</sup> | 0,006 <sup>ns</sup> | 0,036 <sup>ns</sup> | 1,30 <sup>ns</sup>  | 0,07 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                      | -   | 24,76              | 35,44               | 30,76               | 11,79               | 20,41              |
| <b>C.V% (B)</b>                                      | -   | 18,75              | 20,61               | 19,38               | 5,60                | 25,22              |
| <b>Média</b>                                         | -   | 4.732,21           | 7.224,18            | 11.956,38           | 44,86               | 1.408,00           |
| <b>3º corte</b>                                      |     |                    |                     |                     |                     |                    |
| <b>Blocos</b>                                        | 3   | 2,45 <sup>ns</sup> | 2,93 <sup>ns</sup>  | 3,55 <sup>ns</sup>  | 1,37 <sup>ns</sup>  | 0,63 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>       | 2   | 0,60 <sup>ns</sup> | 7,72*               | 3,37 <sup>ns</sup>  | 3,56 <sup>ns</sup>  | 6,58*              |
| <b>Calagem (B)</b>                                   | 1   | 5,82 <sup>ns</sup> | 1,19 <sup>ns</sup>  | 4,74 <sup>ns</sup>  | 0,13 <sup>ns</sup>  | 4,09 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b> | 2   | 1,30 <sup>ns</sup> | 0,25 <sup>ns</sup>  | 1,04 <sup>ns</sup>  | 2,77 <sup>ns</sup>  | 1,23 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% 1 (A)</b>                                    | -   | 11,64              | 33,02               | 13,47               | 18,27               | 24,98              |
| <b>C.V% 2 (B)</b>                                    | -   | 12,64              | 48,44               | 15,64               | 10,81               | 22,05              |
| <b>Média</b>                                         | -   | 2.815,72           | 661,17              | 3.476,88            | 36,18               | 576,00             |

ns – não significativo e \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.



APÊNDICE 3 - Valores de F para os teores de N, P, K, Ca e Mg na massa seca de parte aérea de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| Fatores de Variação                                  | G.L | N                  | P                  | K                  | Ca                 | Mg                 |
|------------------------------------------------------|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>1º corte</b>                                      |     |                    |                    |                    |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                        | 3   | 1,90 <sup>ns</sup> | 2,35 <sup>ns</sup> | 0,40 <sup>ns</sup> | 2,71 <sup>ns</sup> | 0,74 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>       | 2   | 0,90 <sup>ns</sup> | 3,07 <sup>ns</sup> | 1,47 <sup>ns</sup> | 2,41 <sup>ns</sup> | 3,82 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                   | 1   | 3,00 <sup>ns</sup> | 0,87 <sup>ns</sup> | 0,24 <sup>ns</sup> | 0,47 <sup>ns</sup> | 0,22 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b> | 2   | 3,00 <sup>ns</sup> | 2,72 <sup>ns</sup> | 0,29 <sup>ns</sup> | 0,17 <sup>ns</sup> | 0,40 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                      | -   | 11,93              | 11,04              | 18,12              | 7,76               | 7,19               |
| <b>C.V% (B)</b>                                      | -   | 11,31              | 27,07              | 17,33              | 14,84              | 12,24              |
| <b>Média</b>                                         | -   | 8,75               | 3,96               | 20,95              | 2,88               | 4,81               |
| <b>2º corte</b>                                      |     |                    |                    |                    |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                        | 3   | 1,11 <sup>ns</sup> | 0,90 <sup>ns</sup> | 2,02 <sup>ns</sup> | 1,19 <sup>ns</sup> | 0,51 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>       | 2   | 0,53 <sup>ns</sup> | 4,39 <sup>ns</sup> | 0,08 <sup>ns</sup> | 0,70 <sup>ns</sup> | 6,05 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                   | 1   | 0,17 <sup>ns</sup> | 1,52 <sup>ns</sup> | 0,38 <sup>ns</sup> | 1,80 <sup>ns</sup> | 0,04 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b> | 2   | 0,09 <sup>ns</sup> | 3,37 <sup>ns</sup> | 1,16 <sup>ns</sup> | 2,25 <sup>ns</sup> | 1,59 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                      | -   | 10,62              | 39,63              | 8,78               | 10,64              | 11,76              |
| <b>C.V% (B)</b>                                      | -   | 11,96              | 34,64              | 15,31              | 10,57              | 22,77              |
| <b>Média</b>                                         | -   | 7,19               | 2,62               | 9,18               | 4,46               | 6,64               |
| <b>3º corte</b>                                      |     |                    |                    |                    |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                        | 3   | 1,15 <sup>ns</sup> | 2,09 <sup>ns</sup> | 0,31 <sup>ns</sup> | 0,47 <sup>ns</sup> | 0,26 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>       | 2   | 0,33 <sup>ns</sup> | 1,59 <sup>ns</sup> | 0,52 <sup>ns</sup> | 0,17 <sup>ns</sup> | 9,95 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                   | 1   | 1,99 <sup>ns</sup> | 0,53 <sup>ns</sup> | 0,61 <sup>ns</sup> | 8,29 <sup>ns</sup> | 8,89 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b> | 2   | 1,31 <sup>ns</sup> | 0,59 <sup>ns</sup> | 0,84 <sup>ns</sup> | 6,71 <sup>ns</sup> | 7,04 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% 1 (A)</b>                                    | -   | 14,57              | 20,66              | 8,89               | 15,11              | 20,02              |
| <b>C.V% 2 (B)</b>                                    | -   | 18,09              | 20,99              | 13,54              | 7,74               | 12,33              |
| <b>Média</b>                                         | -   | 9,31               | 6,26               | 24,55              | 2,95               | 6,33               |

ns – não significativo e \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

APÊNDICE 4 - Valores de F da análise de variância para valor de pH em água no solo em três épocas de amostragem nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| Fatores de Variação                                     | G.L | 0-5                | 5-10               | 10-20              | 20-40              |
|---------------------------------------------------------|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>     |     |                    |                    |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 3,40 <sup>ns</sup> | 2,70 <sup>ns</sup> | 2,70 <sup>ns</sup> | 2,34 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 0,57 <sup>ns</sup> | 0,06 <sup>ns</sup> | 0,06 <sup>ns</sup> | 0,09 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 11,01*             | 2,52               | 2,52               | 0,05 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,11 <sup>ns</sup> | 0,30 <sup>ns</sup> | 0,30 <sup>ns</sup> | 0,04 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 3,18               | 4,33               | 4,33               | 4,67               |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 3,75               | 4,30               | 4,30               | 2,89               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 5,36               | 5,26               | 5,24               | 5,13               |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>   |     |                    |                    |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 2,19 <sup>ns</sup> | 0,30 <sup>ns</sup> | 0,10 <sup>ns</sup> | 1,52 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 5,01 <sup>ns</sup> | 0,30 <sup>ns</sup> | 0,72 <sup>ns</sup> | 0,23 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 14,29*             | 0,12 <sup>ns</sup> | 1,21 <sup>ns</sup> | 0,21 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,17               | 0,19               | 0,79               | 0,22               |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 1,90               | 5,34               | 3,98               | 3,91               |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 2,76               | 2,82               | 2,56               | 3,71               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 5,27               | 5,25               | 5,23               | 5,09               |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i> |     |                    |                    |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           |     | 4,89 <sup>ns</sup> | 1,18 <sup>ns</sup> | 1,33 <sup>ns</sup> | 1,83 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 1,38 <sup>ns</sup> | 1,89 <sup>ns</sup> | 0,18 <sup>ns</sup> | 0,03 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 8,42*              | 8,67*              | 0,74 <sup>ns</sup> | 2,72 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,51               | 1,19               | 1,39               | 0,23               |
| <b>C.V% 1 (A)</b>                                       | -   | 4,23               | 3,94               | 6,52               | 9,48               |
| <b>C.V% 2 (B)</b>                                       | -   | 2,47               | 3,42               | 3,93               | 4,50               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 5,42               | 5,38               | 5,32               | 5,00               |

ns – não significativo e \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

APÊNDICE 5 - Valores de F da análise de variância para teores de alumínio trocável no solo em três épocas de amostragem nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| Fatores de Variação                                     | G.L | 0-5                 | 5-10                | 10-20              | 20-40              |
|---------------------------------------------------------|-----|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>     |     |                     |                     |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 2,37 <sup>ns</sup>  | 0,55 <sup>ns</sup>  | 0,71 <sup>ns</sup> | 3,92 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 0,002 <sup>ns</sup> | 0,29 <sup>ns</sup>  | 0,12 <sup>ns</sup> | 8,96 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 15,43*              | 0,46 <sup>ns</sup>  | 0,29 <sup>ns</sup> | 0,12 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 5,19 <sup>ns</sup>  | 1,91 <sup>ns</sup>  | 0,50 <sup>ns</sup> | 0,32 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 23,60               | 31,38               | 29,68              | 26,53              |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 13,44               | 30,44               | 22,51              | 33,18              |
| <b>Média</b>                                            | -   | 1,93                | 2,17                | 2,37               | 2,80               |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>   |     |                     |                     |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 2,70 <sup>ns</sup>  | 0,66 <sup>ns</sup>  | 1,15 <sup>ns</sup> | 2,96 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 3,05 <sup>ns</sup>  | 0,16 <sup>ns</sup>  | 0,26 <sup>ns</sup> | 0,37 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 8,02*               | 2,99 <sup>ns</sup>  | 3,84 <sup>ns</sup> | 0,03 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,88 <sup>ns</sup>  | 0,05 <sup>ns</sup>  | 0,10 <sup>ns</sup> | 0,30 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 1,95                | 3,88                | 4,17               | 4,82               |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 1,88                | 2,70                | 1,98               | 4,20               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 2,05                | 2,25                | 2,35               | 3,27               |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i> |     |                     |                     |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 1,80 <sup>ns</sup>  | 0,93 <sup>ns</sup>  | 0,63 <sup>ns</sup> | 0,30 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 0,20 <sup>ns</sup>  | 1,04 <sup>ns</sup>  | 0,24 <sup>ns</sup> | 0,31 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 1,80 <sup>ns</sup>  | 0,005 <sup>ns</sup> | 8,73 <sup>ns</sup> | 4,42 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,60 <sup>ns</sup>  | 8,59 <sup>ns</sup>  | 2,59 <sup>ns</sup> | 1,60 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% 1 (A)</b>                                       | -   | 18,75               | 24,24               | 33,59              | 7,91               |
| <b>C.V% 2 (B)</b>                                       | -   | 18,75               | 14,38               | 16,70              | 4,11               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 1,70                | 2,04                | 2,32               | 3,70               |

ns – não significativo e \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

APÊNDICE 6 - Valores de F da análise de variância para os teores de H+Al no solo em três épocas de amostragem nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| Fatores de Variação                                     | G.L | 0-5                | 5-10               | 10-20              | 20-40              |
|---------------------------------------------------------|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>     |     |                    |                    |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 0,27 <sup>ns</sup> | 0,25 <sup>ns</sup> | 1,68 <sup>ns</sup> | 1,43 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 0,98 <sup>ns</sup> | 0,89 <sup>ns</sup> | 0,53 <sup>ns</sup> | 1,86 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 0,98 <sup>ns</sup> | 0,84 <sup>ns</sup> | 3,08 <sup>ns</sup> | 0,38 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,54 <sup>ns</sup> | 0,32 <sup>ns</sup> | 0,19 <sup>ns</sup> | 2,26 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 20,47              | 14,77              | 26,38              | 25,41              |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 28,78              | 17,74              | 23,75              | 20,70              |
| <b>Média</b>                                            | -   | 4,08               | 4,26               | 2,68               | 2,34               |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>   |     |                    |                    |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 0,84 <sup>ns</sup> | 9,33 <sup>ns</sup> | 0,74 <sup>ns</sup> | 1,27 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 1,43 <sup>ns</sup> | 1,68 <sup>ns</sup> | 0,83 <sup>ns</sup> | 0,96 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 0,15 <sup>ns</sup> | 3,20 <sup>ns</sup> | 0,05 <sup>ns</sup> | 0,02 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,83 <sup>ns</sup> | 1,93 <sup>ns</sup> | 0,40 <sup>ns</sup> | 0,54 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 23,00              | 9,38               | 31,91              | 12,48              |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 25,17              | 17,00              | 29,11              | 12,13              |
| <b>Média</b>                                            | -   | 3,22               | 2,99               | 2,30               | 1,95               |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i> |     |                    |                    |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 4,21 <sup>ns</sup> | 0,59 <sup>ns</sup> | 0,46 <sup>ns</sup> | 0,32 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 2,77 <sup>ns</sup> | 7,24 <sup>ns</sup> | 0,88 <sup>ns</sup> | 0,16 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 15,77 <sup>*</sup> | 11,08 <sup>*</sup> | 1,70 <sup>ns</sup> | 0,07 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,86 <sup>ns</sup> | 4,41 <sup>ns</sup> | 0,14 <sup>ns</sup> | 3,41 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% 1 (A)</b>                                       | -   | 5,69               | 6,54               | 32,76              | 16,90              |
| <b>C.V% 2 (B)</b>                                       | -   | 11,46              | 6,83               | 26,49              | 11,08              |
| <b>Média</b>                                            | -   | 3,91               | 3,60               | 2,88               | 2,85               |

ns – não significativo pelo teste F.

APÊNDICE 7 - Valores de F da análise de variância para valor de fósforo disponível no solo em três épocas de amostragem nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| Fatores de Variação                                     | G.L | 0-5                 | 5-10               | 10-20               | 20-40               |
|---------------------------------------------------------|-----|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>     |     |                     |                    |                     |                     |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 1,53 <sup>ns</sup>  | 1,22 <sup>ns</sup> | 1,10 <sup>ns</sup>  | 0,85 <sup>ns</sup>  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 7,45**              | 3,34 <sup>ns</sup> | 1,29 <sup>ns</sup>  | 0,13 <sup>ns</sup>  |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 18,11*              | 5,52 <sup>ns</sup> | 0,003 <sup>ns</sup> | 0,00 <sup>ns</sup>  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 8,24*               | 7,49 <sup>ns</sup> | 0,05 <sup>ns</sup>  | 0,006 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 14,31               | 11,20              | 17,22               | 8,27                |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 14,28               | 7,39               | 18,43               | 12,50               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 10,54               | 6,65               | 3,17                | 0,83                |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>   |     |                     |                    |                     |                     |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 1,80 <sup>ns</sup>  | 0,84 <sup>ns</sup> | 1,10 <sup>ns</sup>  | 0,85 <sup>ns</sup>  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 3,80 <sup>ns</sup>  | 2,01 <sup>ns</sup> | 1,29 <sup>ns</sup>  | 0,13 <sup>ns</sup>  |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 15,34 <sup>ns</sup> | 2,72 <sup>ns</sup> | 0,003 <sup>ns</sup> | 0,00 <sup>ns</sup>  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 4,98 <sup>ns</sup>  | 2,03 <sup>ns</sup> | 0,05 <sup>ns</sup>  | 0,006 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 13,21               | 15,28              | 17,22               | 8,27                |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 11,95               | 10,48              | 18,43               | 12,50               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 9,49                | 6,69               | 3,17                | 0,83                |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i> |     |                     |                    |                     |                     |
| <b>Blocos</b>                                           |     | 1,77 <sup>ns</sup>  | 1,34 <sup>ns</sup> | 1,40 <sup>ns</sup>  | 2,80 <sup>ns</sup>  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 0,68 <sup>ns</sup>  | 0,12 <sup>ns</sup> | 0,60 <sup>ns</sup>  | 3,84 <sup>ns</sup>  |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 1,70 <sup>ns</sup>  | 0,04 <sup>ns</sup> | 3,62 <sup>ns</sup>  | 0,64 <sup>ns</sup>  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,04 <sup>ns</sup>  | 1,80 <sup>ns</sup> | 4,26 <sup>ns</sup>  | 1,75 <sup>ns</sup>  |
| <b>C.V% 1 (A)</b>                                       | -   | 2,80                | 19,33              | 21,74               | 11,23               |
| <b>C.V% 2 (B)</b>                                       | -   | 15,14               | 11,57              | 7,97                | 6,95                |
| <b>Média</b>                                            | -   | 6,30                | 4,02               | 1,68                | 0,54                |

ns – não significativo e \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

APÊNDICE 8 - Valores de F da análise de variância para teor de matéria orgânica do solo em três épocas de amostragem nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| Fatores de Variação                                     | G.L | 0-5                 | 5-10                | 10-20              | 20-40              |
|---------------------------------------------------------|-----|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>     |     |                     |                     |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 1,59 <sup>ns</sup>  | 0,52 <sup>ns</sup>  | 1,41 <sup>ns</sup> | 0,57 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 0,18 <sup>ns</sup>  | 0,67 <sup>ns</sup>  | 1,72 <sup>ns</sup> | 0,05 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 0,36 <sup>ns</sup>  | 2,18 <sup>ns</sup>  | 0,04 <sup>ns</sup> | 0,22 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,68 <sup>ns</sup>  | 0,17 <sup>ns</sup>  | 0,26 <sup>ns</sup> | 1,50 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 5,47                | 8,49                | 9,50               | 15,50              |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 6,55                | 10,21               | 13,81              | 8,58               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 29,82               | 24,14               | 15,97              | 12,38              |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>   |     |                     |                     |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 1,48 <sup>ns</sup>  | 1,19 <sup>ns</sup>  | 1,13 <sup>ns</sup> | 0,55 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 0,25 <sup>ns</sup>  | 0,81 <sup>ns</sup>  | 0,14 <sup>ns</sup> | 0,31 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 0,006 <sup>ns</sup> | 1,18 <sup>ns</sup>  | 0,56 <sup>ns</sup> | 0,79 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,10 <sup>ns</sup>  | 0,63 <sup>ns</sup>  | 0,08 <sup>ns</sup> | 4,20 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 10,20               | 18,82               | 22,83              | 40,32              |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 16,58               | 7,02                | 22,52              | 24,39              |
| <b>Média</b>                                            | -   | 35,72               | 26,03               | 20,09              | 20,17              |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i> |     |                     |                     |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 2,44 <sup>ns</sup>  | 17,28 <sup>ns</sup> | 6,47 <sup>ns</sup> | 2,25 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 1,53 <sup>ns</sup>  | 2,46 <sup>ns</sup>  | 1,28 <sup>ns</sup> | 1,21 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 2,81 <sup>ns</sup>  | 0,17 <sup>ns</sup>  | 0,90 <sup>ns</sup> | 0,10 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 1,24 <sup>ns</sup>  | 0,11 <sup>ns</sup>  | 0,06 <sup>ns</sup> | 2,32 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% 1 (A)</b>                                       | -   | 12,19               | 16,32               | 14,73              | 20,68              |
| <b>C.V% 2 (B)</b>                                       | -   | 13,59               | 19,23               | 13,12              | 15,97              |
| <b>Média</b>                                            | -   | 31,73               | 28,16               | 20,87              | 18,47              |

ns – não significativo pelo teste F.

APÊNDICE 9 - Valores de F da análise de variância para teores de potássio trocável no solo em três épocas de amostragem nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| Fatores de Variação                                     | G.L | 0-5                | 5-10               | 10-20              | 20-40              |
|---------------------------------------------------------|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>     |     |                    |                    |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 2,02 <sup>ns</sup> | 1,06 <sup>ns</sup> | 0,82 <sup>ns</sup> | 0,94 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 4,23 <sup>ns</sup> | 0,35 <sup>ns</sup> | 0,04 <sup>ns</sup> | 0,10 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 0,86 <sup>ns</sup> | 7,43 <sup>ns</sup> | 0,16 <sup>ns</sup> | 0,05 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,26 <sup>ns</sup> | 1,01 <sup>ns</sup> | 2,20 <sup>ns</sup> | 0,54 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 2,47               | 3,32               | 3,37               | 2,88               |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 2,86               | 1,73               | 1,72               | 2,81               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 3,46               | 2,48               | 1,67               | 1,67               |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>   |     |                    |                    |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 1,09 <sup>ns</sup> | 0,23 <sup>ns</sup> | 1,23 <sup>ns</sup> | 1,88 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 1,11 <sup>ns</sup> | 0,72 <sup>ns</sup> | 3,48 <sup>ns</sup> | 1,41 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 7,38*              | 5,96*              | 1,44 <sup>ns</sup> | 1,27 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 2,90 <sup>ns</sup> | 1,51 <sup>ns</sup> | 0,72 <sup>ns</sup> | 0,33 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 2,10               | 2,40               | 2,97               | 2,07               |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 1,34               | 2,02               | 1,87               | 3,07               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 2,88               | 2,14               | 1,67               | 1,44               |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i> |     |                    |                    |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 0,26 <sup>ns</sup> | 1,16 <sup>ns</sup> | 1,03 <sup>ns</sup> | 0,70 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 0,92 <sup>ns</sup> | 0,57 <sup>ns</sup> | 0,11 <sup>ns</sup> | 0,16 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 2,70 <sup>ns</sup> | 0,69 <sup>ns</sup> | 0,42 <sup>ns</sup> | 1,69 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 3,06 <sup>ns</sup> | 0,93 <sup>ns</sup> | 2,36 <sup>ns</sup> | 5,50 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% 1 (A)</b>                                       | -   | 2,94               | 2,82               | 3,48               | 2,80               |
| <b>C.V% 2 (B)</b>                                       | -   | 2,09               | 2,89               | 2,78               | 1,93               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 2,94               | 2,58               | 1,65               | 1,31               |

ns – não significativo e \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

APÊNDICE 10 - Valores de F da análise de variância para teores cálcio trocável no solo em três épocas de amostragem nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| Fatores de Variação                                     | G.L | 0-5                | 5-10               | 10-20               | 20-40              |
|---------------------------------------------------------|-----|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>     |     |                    |                    |                     |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 3,79 <sup>ns</sup> | 6,41 <sup>ns</sup> | 2,23 <sup>ns</sup>  | 1,04 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 0,39 <sup>ns</sup> | 0,11 <sup>ns</sup> | 0,30 <sup>ns</sup>  | 0,93 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 0,80*              | 2,11 <sup>ns</sup> | 0,44 <sup>ns</sup>  | 0,60 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,02 <sup>ns</sup> | 0,09 <sup>ns</sup> | 0,24 <sup>ns</sup>  | 0,97 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 20,49              | 16,17              | 19,71               | 28,35              |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 14,58              | 13,51              | 10,96               | 10,15              |
| <b>Média</b>                                            | -   | 24,08              | 21,10              | 17,66               | 15,67              |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>   |     |                    |                    |                     |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 6,13 <sup>ns</sup> | 2,33 <sup>ns</sup> | 3,16 <sup>ns</sup>  | 1,64 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 0,55 <sup>ns</sup> | 0,59 <sup>ns</sup> | 0,003 <sup>ns</sup> | 0,29 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 1,50*              | 0,21 <sup>ns</sup> | 0,50 <sup>ns</sup>  | 0,21 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,72 <sup>ns</sup> | 0,16 <sup>ns</sup> | 0,72 <sup>ns</sup>  | 2,03 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 6,52               | 9,49               | 10,59               | 12,74              |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 7,04               | 7,70               | 7,94                | 7,84               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 24,80              | 22,80              | 18,22               | 13,10              |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i> |     |                    |                    |                     |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 1,87 <sup>ns</sup> | 1,24 <sup>ns</sup> | 0,73 <sup>ns</sup>  | 0,39 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 0,12 <sup>ns</sup> | 0,71 <sup>ns</sup> | 0,12 <sup>ns</sup>  | 0,51 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 7,67*              | 0,24 <sup>ns</sup> | 4,23 <sup>ns</sup>  | 3,10 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,70 <sup>ns</sup> | 0,43 <sup>ns</sup> | 1,71 <sup>ns</sup>  | 0,96 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% 1 (A)</b>                                       | -   | 10,29              | 14,61              | 14,91               | 15,00              |
| <b>C.V% 2 (B)</b>                                       | -   | 6,81               | 6,71               | 5,48                | 11,93              |
| <b>Média</b>                                            | -   | 20,80              | 16,28              | 11,93               | 8,62               |

ns – não significativo e \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.



APÊNDICE 11 - Valores de F da análise de variância para teores de magnésio trocável em três épocas de amostragem nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| Fatores de Variação                                     | G.L | 0-5                 | 5-10                | 10-20              | 20-40              |
|---------------------------------------------------------|-----|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>     |     |                     |                     |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 55,51 <sup>ns</sup> | 4,92 <sup>ns</sup>  | 0,13 <sup>ns</sup> | 1,23 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 10,42 <sup>ns</sup> | 0,30 <sup>ns</sup>  | 0,93 <sup>ns</sup> | 0,04 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 1,25*               | 3,48 <sup>ns</sup>  | 0,34 <sup>ns</sup> | 0,01 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 3,03 <sup>ns</sup>  | 0,09 <sup>ns</sup>  | 3,98 <sup>ns</sup> | 2,09 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 6,37                | 18,08               | 15,90              | 12,20              |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 25,14               | 21,18               | 3,68               | 9,15               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 25,85               | 21,38               | 19,32              | 17,00              |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>   |     |                     |                     |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 4,03 <sup>ns</sup>  | 25,60 <sup>ns</sup> | 2,09 <sup>ns</sup> | 0,07 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 0,43 <sup>ns</sup>  | 0,31 <sup>ns</sup>  | 0,45 <sup>ns</sup> | 1,89 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 12,63*              | 0,42 <sup>ns</sup>  | 1,49 <sup>ns</sup> | 2,71 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,24 <sup>ns</sup>  | 0,55 <sup>ns</sup>  | 4,43 <sup>ns</sup> | 1,46 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 18,09               | 7,66                | 11,07              | 12,95              |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 18,19               | 8,93                | 5,78               | 12,19              |
| <b>Média</b>                                            | -   | 15,15               | 12,32               | 10,33              | 9,50               |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i> |     |                     |                     |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 0,84 <sup>ns</sup>  | 0,13 <sup>ns</sup>  | 1,35 <sup>ns</sup> | 1,21 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 3,70 <sup>ns</sup>  | 0,42 <sup>ns</sup>  | 1,42 <sup>ns</sup> | 0,29 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 5,26*               | 0,005 <sup>ns</sup> | 0,05 <sup>ns</sup> | 0,19 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 1,43 <sup>ns</sup>  | 0,32 <sup>ns</sup>  | 1,79 <sup>ns</sup> | 0,94 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% 1 (A)</b>                                       | -   | 5,63                | 10,55               | 4,93               | 10,66              |
| <b>C.V% 2 (B)</b>                                       | -   | 8,96                | 6,05                | 5,80               | 7,57               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 9,94                | 6,20                | 4,78               | 5,33               |

ns – não significativo e \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

APÊNDICE 12 - Valores de F da análise de variância para os valores de saturação por bases no solo em três épocas de amostragem nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| Fatores de Variação                                     | G.L | 0-5                | 5-10                | 10-20              | 20-40              |
|---------------------------------------------------------|-----|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>     |     |                    |                     |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 0,68 <sup>ns</sup> | 5,07 <sup>ns</sup>  | 3,31 <sup>ns</sup> | 1,23 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 0,99 <sup>ns</sup> | 0,57 <sup>ns</sup>  | 1,17 <sup>ns</sup> | 0,27 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 5,10*              | 4,87 <sup>ns</sup>  | 1,34 <sup>ns</sup> | 0,36 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 4,54 <sup>ns</sup> | 0,40 <sup>ns</sup>  | 2,04 <sup>ns</sup> | 0,14 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 18,89              | 11,35               | 11,90              | 13,79              |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 9,47               | 9,29                | 10,16              | 12,52              |
| <b>Média</b>                                            | -   | 59,49              | 59,31               | 56,55              | 51,32              |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>   |     |                    |                     |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 2,60 <sup>ns</sup> | 0,66 <sup>ns</sup>  | 1,52 <sup>ns</sup> | 0,79 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 1,19 <sup>ns</sup> | 0,007 <sup>ns</sup> | 0,05 <sup>ns</sup> | 1,05 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 2,67*              | 14,84 <sup>ns</sup> | 0,13 <sup>ns</sup> | 1,33 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,31 <sup>ns</sup> | 4,81 <sup>ns</sup>  | 0,21 <sup>ns</sup> | 2,35 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 11,31              | 11,53               | 15,36              | 29,70              |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 13,53              | 5,02                | 9,77               | 18,05              |
| <b>Média</b>                                            | -   | 57,10              | 55,34               | 56,94              | 53,43              |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i> |     |                    |                     |                    |                    |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 3,68 <sup>ns</sup> | 0,75 <sup>ns</sup>  | 2,16 <sup>ns</sup> | 0,13 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 1,31 <sup>ns</sup> | 0,92 <sup>ns</sup>  | 0,43 <sup>ns</sup> | 0,44 <sup>ns</sup> |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 20,24*             | 1,83 <sup>ns</sup>  | 5,41 <sup>ns</sup> | 3,27 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 1,99 <sup>ns</sup> | 4,17 <sup>ns</sup>  | 0,02 <sup>ns</sup> | 1,22 <sup>ns</sup> |
| <b>C.V% 1 (A)</b>                                       | -   | 9,63               | 20,32               | 18,42              | 36,87              |
| <b>C.V% 2 (B)</b>                                       | -   | 12,76              | 8,00                | 16,29              | 18,42              |
| <b>Média</b>                                            | -   | 45,90              | 40,58               | 39,16              | 33,69              |

ns – não significativo e \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

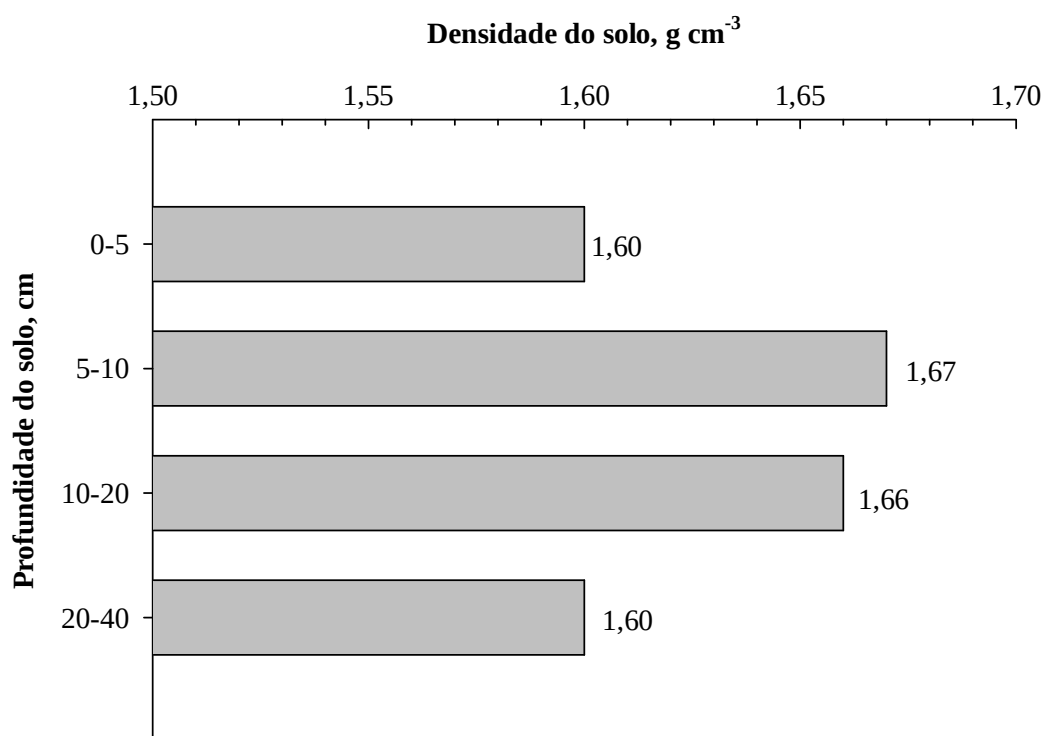
APÊNDICE 13 - Valores de F da análise de variância para os valores de saturação por alumínio no solo em três épocas de amostragem nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida à calagem superficial e doses de fósforo em cobertura e pela interação calagem superficial x doses de fósforo.

| Fatores de Variação                                     | G.L | 0-5                | 5-10               | 10-20               | 20-40               |
|---------------------------------------------------------|-----|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| <i>3 meses após calagem e 1 mês após fosfatagem</i>     |     |                    |                    |                     |                     |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 2,31 <sup>ns</sup> | 1,52 <sup>ns</sup> | 0,80 <sup>ns</sup>  | 3,97 <sup>ns</sup>  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 0,37 <sup>ns</sup> | 0,08 <sup>ns</sup> | 0,007 <sup>ns</sup> | 4,61 <sup>ns</sup>  |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 4,68*              | 0,20 <sup>ns</sup> | 0,12 <sup>ns</sup>  | 0,47 <sup>ns</sup>  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,11 <sup>ns</sup> | 0,29 <sup>ns</sup> | 0,14 <sup>ns</sup>  | 0,45 <sup>ns</sup>  |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 13,19              | 15,85              | 17,08               | 15,94               |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 9,22               | 16,19              | 13,73               | 18,80               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 3,59               | 4,35               | 5,67                | 7,41                |
| <i>9 meses após calagem e 7 meses após fosfatagem</i>   |     |                    |                    |                     |                     |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 4,47 <sup>ns</sup> | 0,75 <sup>ns</sup> | 1,11 <sup>ns</sup>  | 3,57 <sup>ns</sup>  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 2,70 <sup>ns</sup> | 0,31 <sup>ns</sup> | 0,44 <sup>ns</sup>  | 1,57 <sup>ns</sup>  |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 12,75*             | 1,89 <sup>ns</sup> | 2,70 <sup>ns</sup>  | 0,52 <sup>ns</sup>  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,37 <sup>ns</sup> | 0,14 <sup>ns</sup> | 0,13 <sup>ns</sup>  | 1,35 <sup>ns</sup>  |
| <b>C.V% (A)</b>                                         | -   | 13,01              | 25,71              | 24,59               | 16,95               |
| <b>C.V% (B)</b>                                         | -   | 11,78              | 16,96              | 11,38               | 22,98               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 4,76               | 6,06               | 7,48                | 12,57               |
| <i>14 meses após calagem e 12 meses após fosfatagem</i> |     |                    |                    |                     |                     |
| <b>Blocos</b>                                           | 3   | 2,32 <sup>ns</sup> | 1,05 <sup>ns</sup> | 0,99 <sup>ns</sup>  | 0,67 <sup>ns</sup>  |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A)</b>          | 2   | 0,59 <sup>ns</sup> | 0,13 <sup>ns</sup> | 0,42 <sup>ns</sup>  | 6,74 <sup>ns</sup>  |
| <b>Calagem (B)</b>                                      | 1   | 4,72*              | 0,16 <sup>ns</sup> | 8,27 <sup>ns</sup>  | 19,15 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> x Calagem</b>    | 2   | 0,84 <sup>ns</sup> | 1,80 <sup>ns</sup> | 0,63 <sup>ns</sup>  | 8,12 <sup>ns</sup>  |
| <b>C.V% 1 (A)</b>                                       | -   | 12,32              | 22,13              | 26,17               | 18,07               |
| <b>C.V% 2 (B)</b>                                       | -   | 14,61              | 9,20               | 12,99               | 16,88               |
| <b>Média</b>                                            | -   | 5,07               | 7,95               | 12,04               | 17,75               |

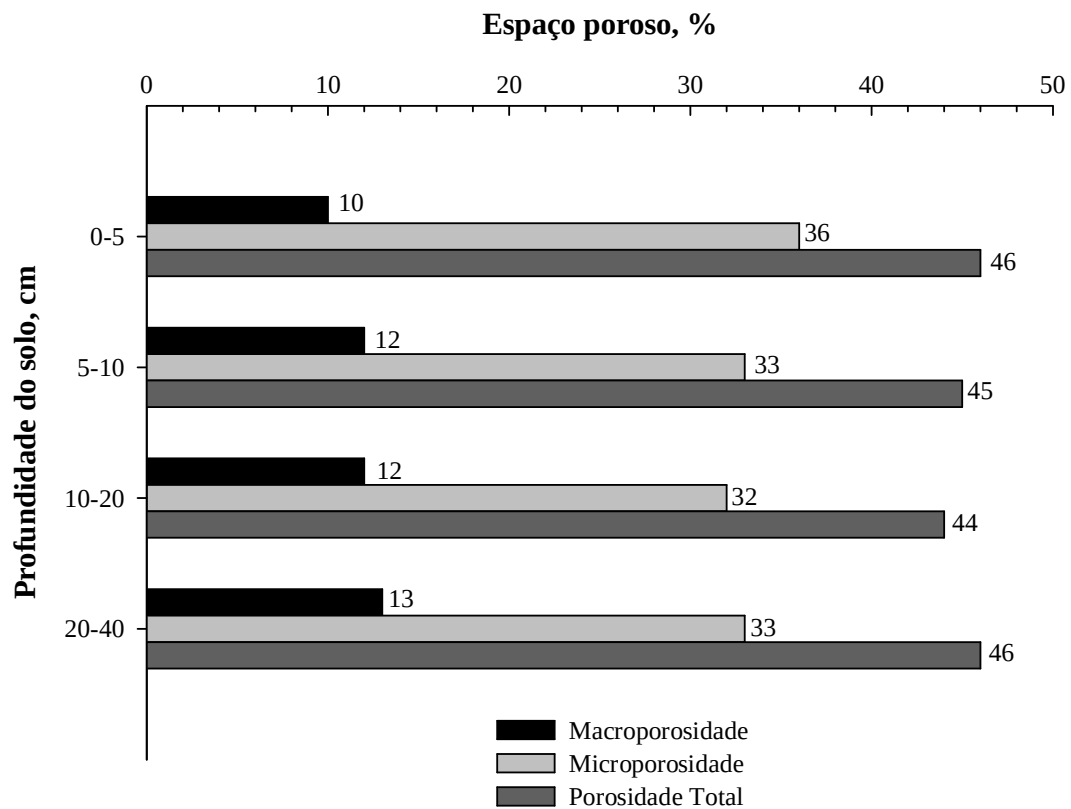
ns – não significativo e \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

APÊNDICE 14 - Resultado da análise granulométrica em amostras estratificadas da área experimental.

| Profundidade<br>(cm) | Areia<br>Grossa               | Areia<br>Fina | Silte | Argila | Classe Textural |
|----------------------|-------------------------------|---------------|-------|--------|-----------------|
|                      | -----g kg <sup>-1</sup> ----- |               |       |        |                 |
| 0-5                  | 361                           | 353           | 111   | 175    | Areia Franca    |
| 5-10                 | 352                           | 305           | 185   | 158    | Média           |
| 10-20                | 346                           | 283           | 152   | 219    | Média           |
| 20-40                | 271                           | 270           | 289   | 170    | Média           |



APÊNDICE 15 - Densidade aparente do solo nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm de pastagem recuperada de *Brachiaria brizantha* cv Marandu 19 meses após calagem e 17 meses após fosfatagem.



APÊNDICE 16 - Macroporosidade, microporosidade e porosidade total em camadas do solo de pastagem recuperada de *Brachiaria brizantha* cv Marandu, 19 meses após calagem superficial e 15 meses após fosfatagem.



APÊNDICE 17 - Limpeza e enleiramento da área experimental com trator de esteira.



APÊNDICE 18 - Gradagem da área experimental com trator de pneu.



APÊNDICE 19 - Simulação de pastejo de *Brachiaria brizantha* cv Marandu com roçadeira.



APÊNDICE 20 – Determinação da altura do dossel da pastagem de *Brachiaria brizantha* cv Marandu.



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)



[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)